



TUGAS AKHIR - SB141510

# PENGARUH PELET DARI LIMBAH PENGASAPAN IKAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KADAR PROKSIMAT DAGING IKAN LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*)

Yusuf Firmansyah  
01311440000065

Dosen Pembimbing:  
Dr. Awik Puji Dyah Nurhayati, S.Si., M.Si.

DEPARTEMEN BIOLOGI  
FAKULTAS ILMU ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018





**TUGAS AKHIR - SB141510**

**PENGARUH PELET DARI LIMBAH PENGASPAN IKAN  
TEHADAP PERTUMBUHAN DAN KADAR PROKSIMAT  
DAGING IKAN LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*)**

**Yusuf Firmansyah  
01311440000065**

**Dosen Pembimbing:  
Dr. Awik Puji Dyah Nurhayati, S.Si., M.Si.**

**DEPARTEMEN BIOLOGI  
FAKULTAS ILMU ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018**





**FINAL PROJECT - SB141510**

**EFFECT OF PELLETS FROM SMOKED FISH WASTE FOR  
GROWTH AND PROXIMATE LEVEL OF AFRICAN CATFISH  
(*Clarias gariepinus*)**

**Yusuf Firmansyah  
01311440000065**

**Supervisor:  
Dr. Awik Puji Dyah Nurhayati, S.Si., M.Si**

**DEPARTMENT OF BIOLOGY  
FACULTY OF SCIENCE  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA 2018**



## LEMBAR PENGESAHAN

# PENGARUH PELET DARI LIMBAH PENGASAPAN IKAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KADAR PROKSIMAT DAGING IKAN LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*)

## TUGAS AKHIR

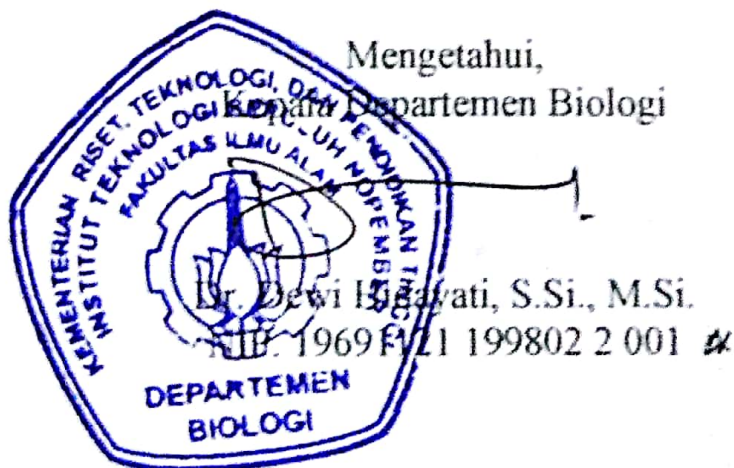
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
pada  
Departemen S-1 Biologi  
Fakultas Ilmu Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :  
**YUSUF FIRMANSYAH**  
NRP. 01311440000065

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dr. Awik Puji Dyah N. S.Si., M.Si. .... (Pembimbing 1)

Surabaya, 2 Agustus 2018



PENGARUH PELET DARI LIMBAH PENGASAPAN IKAN  
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KADAR PROKSIMAT  
DAGING IKAN LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*)

**Nama Mahasiswa : Yusuf Firmansyah**

**NRP : 01311440000065**

**Departemen : Biologi**

**Dosen Pembimbing : Dr. Awik Puji Dyah N., S.Si., M.Sc.**

**Abstrak**

*Limbah pengasapan ikan memiliki banyak kandungan nutrisi, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pakan ikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian pelet dari limbah pengasapan ikan terhadap pertumbuhan dan kadar proksimat pada ikan C. gariepinus. Metode yang digunakan adalah pembuatan pelet, yang kemudian diberikan pada ikan C. gariepinus dengan kombinasi K.0 (kontrol), K.1 (konsentrasi limbah ikan 0%), K.2 (konsentrasi limbah ikan 30%), K.3 (konsentrasi limbah ikan 60%), dan K.4 (konsentrasi limbah ikan 90%) selama 30 hari. Data pertumbuhan yang diukur adalah pertumbuhan panjang, berat, nilai Feed Conversion Ratio dan tingkat kelangsungan hidup. Analisa proksimat dilakukan pada pelet dan daging ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelet yang menghasilkan pertumbuhan berat dan panjang tertinggi adalah pelet K.4 dengan panjang  $22,28 \pm 0,69$  cm dan berat  $31,74 \pm 0,93$  gram. Nilai FCR terendah terdapat pada perlakuan pemberian pelet K.4 dengan nilai sebesar 0,77. Semakin tinggi konsentrasi limbah ikan maka kandungan protein, air dan abu pada pelet juga semakin tinggi, sedangkan kandungan lemak, serat dan karbohidrat semakin rendah.*

**Kata Kunci:** *Clarias gariepinus, Limbah pengasapan ikan, Pelet ikan, Pertumbuhan, Proksimat.*





EFFECT OF PELLET FROM CURING FISH WASTE FOR  
GROWTH AND PROXYMATE LEVEL OF AFRICAN  
CATFISH (*Clarias gariepinus*)

**Student Name** : Yusuf Firmansyah  
**NRP** : 01311440000065  
**Departement** : Biologi  
**Supervisor** : Dr. Awik Puji Dyah N., S.Si., M.Si.

**Abstract**

*Smoked fish wastes have many nutrients, so they can be used as fish feed. The purpose of this study was to determine the effect of pellets from smoked fish wastes on growth and proximate levels in C. gariepinus fish. The method used is pelleting, which is then given to fish C. gariepinus with combination of K.0 (control), K.1 (0% fish waste concentration), K.2 (30% fish waste concentration), K.3 (60% fish waste concentration), and K.4 (90% fish waste concentration) for 30 days. The growth data used were length, weight, Feed Conversion Ratio value and survival rate. Proximate analysis was performed on pellets and fish meat. The results showed that the pellets that produced the highest length and weight is K.4 pellets with a length of  $22,28 \pm 0,69$  cm dan berat  $31,74 \pm 0,93$  gram. The lowest Feed Conversion Ratio value is available on the K.4 pellet treatment with a value of 0,77. Proximate content in fish meat is influenced by the concentration of fish waste. The higher concentration of fish waste, increase the protein, moisture and ash content of pellets, while decrease fat, fiber and carbohydrate content.*

*Keyword: Clarias gariepinus, Growth, Pellet, Proximate, Smoked fish waste.*

.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, sehingga penulis dapat menyusun naskah Tugas Akhir (TA) dengan judul “**Pengaruh Pelet Dari Limbah Pengasapan Ikan Terhadap Pertumbuhan dan Kadar Proksimat Daging Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)**”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan Tugas Akhir di Departemen Biologi, Fakultas Ilmu Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penyusunan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, sehingga penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Awik Puji Dyah Nurhayati, M.Si selaku dosen pembimbing,
2. Bapak Mukhammad Muryono, S.Si., M.Si., PhD. dan Ibu Dr. Dewi Hidayati, S.Si., M.Si. selaku penguji,
3. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas bantuan dana penelitian yang diberikan.
4. Orangtua atas bimbingan, dukungan dan doanya, serta teman-teman angkatan 2014 atas dukungan moril yang diberikan.

Penulis menyadari bahwa naskah Tugas Akhir ini masih belum sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun penulis harapkan demi perbaikan laporan selanjutnya. Penulis berharap semoga naskah Tugas Akhir ini dapat bermanfaat serta dapat memberikan informasi bagi semua pihak.

Surabaya, 20 Juli 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL INDONESIA.....	iii
JUDUL INGGRIS.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pelet Ikan.....	5
2.2 Limbah Pengasapan Ikan .....	7
2.3 Keong Sawah ( <i>Pila ampullaceal</i> ).....	8
2.4 Ikan Lele Dumbo ( <i>Clarias gariepinus</i> ).....	10
2.5 Asorbsi Nutrisi Pada Ikan.....	15
2.6 Komposisi Daging Ikan.....	16
2.7 Analisis Proksimat.....	17
2.8 Dedak.....	21
2.9 Tepung Tapioka.....	22
 BAB III METODOLOGI	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
3.2 Alat dan Bahan.....	25

3.3 Metode Pelaksanaan.....	25
3.4 Rancangan Penelitian dan Analisis Data.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Proksimat Pada Pelet Ikan.....	43
4.2 Analisis Proksimat Daging Ikan <i>C. gariepinus</i> .....	55
4.3 Hubungan Kandungan Proksimat pada Pelet dan Daging Ikan <i>C. gariepinus</i> .....	60
4.4 Pertumbuhan Ikan <i>C. gariepinus</i> .....	61
4.5 Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan <i>C. gariepinus</i> .....	62
4.6 Rasio Konversi Pakan.....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	89

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Jumlah kandungan nutrisi pelet Hi-Pro-Vite 781.....	6
Tabel 2.2 Komposisi kandungan nutrisi pakan untuk ikan pada umumnya.....	6
Tabel 2.3 Komposisi biokimia dari jeroan ikan....	8
Tabel 2.4 Kandungan proksimat pada daging <i>Pila ampullacea</i> .....	10
Tabel 2.5 Karakteristik pertumbuhan ikan <i>C. gariepinus</i> .....	13
Tabel 2.6 Standar mutu pakan ikan lele dumbo ...	14
Tabel 2.7 Kandungan nutrisi yang terkandung dalam dedak.....	22
Tabel 2.8 Kandungan nutrisi dalam tepung tapioka.....	23
Tabel 4.1 Kadar proksimat pada pelet dari limbah pengasapan ikan melalui uji laboratorium.....	43
Tabel 4.2 Kadar proksimat pada pelet dari limbah pengasapan ikan melalui perhitungan menggunakan metode <i>trial and error</i> .....	44
Tabel 4.3 Kadar proksimat pada ikan <i>C. gariepinus</i> dari setiap perlakuan .....	55
Tabel 4.4 Pertumbuhan panjang dan berat akhir <i>C. gariepinus</i> yang diberi pelet komersial dan pelet dari limbah pengasapan ikan.....	62





## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Keong Sawah ( <i>Pila ampullacea</i> )....	9
Gambar 2.2 Ikan Lele Dumbo ( <i>C. gariepinus</i> )....	10
Gambar 2.3 Tahapan Pertumbuhan ikan <i>C. gariepinus</i> .....	12
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	39
Gambar 4.1 Diagram pertumbuhan berat dan panjang <i>C. gariepinus</i> yang diberi pelet dari limbah pengasapan ikan..	63



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Kandungan proksimat bahan pelet... 89
Lampiran 2	Hasil perhitungan kandungan nutrisi pakan..... 90
Lampiran 3	Kandungan proksimat pada pelet dan daging ikan <i>C. gariepinus</i> ..... 96
Lampiran 4	Pertumbuhan ikan..... 97
Lampiran 5	Hasil perhitungan perlakuan pemberian pelet terhadap pertumbuhan ikan menggunakan <i>One Way ANOVA</i> ..... 101
Lampiran 6	Hasil uji Tukey perlakuan pemberian pelet dari limbah pengaspas ikan terhadap pertumbuhan ikan..... 102
Lampiran 7	Perhitungan tingkat kelangsungan hidup ikan..... 103
Lampiran 8	Perhitungan rasio konversi pakan..... 104
Lampiran 9	Dokumentasi..... 105
Lampiran 10	Biodata penulis..... 107



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Pengasapan ikan di daerah Kenjeran, Surabaya menyisakan limbah organik berupa organ dalam, kepala, ekor, dan sirip ikan. Limbah pengasapan ikan perlu dimanfaatkan sehingga dapat mengurangi dampak pencemaran karena pembusukannya. Limbah ikan tersebut ternyata memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi. Limbah pengasapan ikan berupa organ dalam, kepala, ekor, dan sirip ikan memiliki kandungan nutrisi protein 35,68%; lemak 7,63%; air 10,3%; abu 11,7%; serat 6,73% dan karbohidrat 19,15%. Berdasarkan kandungan nutrisi tersebut maka limbah pengasapan ikan memiliki potensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai pakan hewan budidaya, salah satunya sebagai pakan ikan buatan (Rimalia, 2002).

Pakan ikan merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam proses pertumbuhan ikan. Pertumbuhan ikan dapat berjalan optimal apabila jumlah pakan, kualitas pakan dan kandungan nutrisi seperti protein, lemak, kalori, vitamin dan mineral terpenuhi dengan baik. Pakan ikan terdiri dari dua macam yaitu pakan alami dan pakan buatan. Pakan alami biasanya digunakan dalam bentuk hidup dan agak sulit untuk mengembangkannya, sedangkan pakan buatan merupakan pakan yang berasal dari olahan beberapa bahan yang memenuhi nutrisi untuk ikan (Zaenuri dkk., 2014; Nuraeni dkk., 2012; Susanto & Widyaningrum, 2013). Salah satu pakan ikan buatan yang paling banyak dijumpai adalah pelet. Pelet merupakan bentuk pakan buatan yang dibuat dari beberapa bahan yang diolah dan dicetak menjadi bentuk batang atau bulat (Zaenuri dkk., 2014; Mudjiman, 2011; Hartadi *et al.*, 2005).

Ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) dikenal sebagai Lele Afrika, merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang paling banyak dibudidayakan baik dalam skala kecil, sedang maupun skala besar (Nwipie *et al.*, 2015). Menurut data dari

Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Timur tahun 2015, jumlah benih yang dibudidayakan di provinsi Jawa Timur merupakan yang terbanyak dibandingkan dengan benih ikan yang lain, yaitu sebanyak 4.457.085 juta ekor. Ikan *C. gariepinus* banyak dibudidayakan karena memiliki beberapa alasan dari segi biologis (memiliki efisiensi konversi pakan yang tinggi, laju pertumbuhan cepat, dapat menerima pakan buatan dan tahan terhadap penyakit), pertumbuhan yang cepat, resisten terhadap penyakit), segi sosial (kebutuhan pasar yang tinggi) dan segi ekologis (memiliki toleransi yang luas terhadap kondisi lingkungan) (Nwipie *et al.*, 2015). Oleh karena itu, ikan lele dumbo tergolong spesies ikan yang potensial untuk dibudidayakan (Hastuti dan Subandiyono, 2014)..

Penelitian mengenai pemberian pakan dari limbah ikan ini pernah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian tersebut, diketahui bahwa pellet dengan kombinasi 60% limbah ikan (sirip dan ekor), 10 % keong sawah, 27% dedak, 2% vitamin dan 1 % tepung tapioka merupakan kombinasi yang menghasilkan pertumbuhan panjang dan berat relative yang tertinggi yaitu 72.64% dan 488,97%. Selain itu, kombinasi tersebut juga memberikan nilai protein tertinggi pada daging ikan lele yaitu sebesar 20,79% (Febiyani, 2016). Namun pada penelitian tersebut, analisis kandungan gizi pada daging ikan lele yang dilakukan hanya analisis protein saja. Oleh karena itu, pada penelitian ini analisis yang dilakukan tidak hanya protein saja, namun juga analisis proksimat pada pelet dan daging ikan lele.

Analisis proksimat merupakan suatu metode analisis kimia untuk mengidentifikasi kandungan zat makanan dari suatu bahan pakan atau pangan (Hidayah, 2015). Pada umumnya analisis proksimat meliputi analisis kadar protein, kadar abu, kadar air, kadar serat kasar, kadar lemak dan karbohidrat (Sathe, 1999). Analisis proksimat ini diperlukan untuk mengetahui pakan yang dibuat telah memenuhi standar yang ditentukan (Jim *et al.*, 2017). Pada penelitian ini akan digunakan variasi konsentrasi kandungan limbah ikan yang

berbeda. Penelitian ini penting untuk dilakukan karena dapat mengetahui kombinasi bahan pellet dari limbah pengasapan ikan yang dapat menghasilkan pertumbuhan ikan lele yang maksimal dan untuk mengetahui kandungan proksimat dari pellet ikan dan daging ikan .

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kandungan proksimat pada pelet ikan dari limbah pengasapan ikan?
2. Bagaimana pengaruh pemberian pelet ikan dari limbah pengasapan ikan terhadap pertumbuhan ikan lele dumbo (*C. gariepinus*)?
3. Bagaimana pengaruh pemberian pelet ikan dari limbah pengasapan ikan terhadap kandungan proksimat ikan lele dumbo (*C. gariepinus*)?

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) umur 5 minggu, berat  $\pm$  1-9 gram.
2. Lama pemeliharaan ikan *C. gariepinus* selama 30 hari.
3. Pengamatan pertumbuhan ikan lele dilakukan 3 kali: hari ke-0, hari ke-15, dan hari ke-30
4. Pengukuran konversi pakan dan mortalitas dilakukan 2 kali pada hari ke-15 dan hari ke-30
5. Analisis proksimat yang dilakukan adalah kadar abu, kadar air, kadar lemak, kadar protein, kadar serat kasar, dan karbohidrat.
6. Pengukuran kadar abu dilakukan dengan metode gravimetri berdasarkan SNI 01-4087-2006.
7. Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode gravimetri berdasarkan SNI 01-4087-2006.



8. Pengukuran kadar lemak dilakukan dengan metode ekstraksi dengan chloroform dan evaporasi berdasarkan SNI 01-4087-2006.
9. Pengukuran kadar protein dilakukan dengan metode Kjedahl.
10. Pengukuran kadar serat kasar dilakukan dengan metode ekstraksi asam ( $H_2SO_4$ ) dan basa (NaOH) berdasarkan SNI 01-2891-1992.
11. Pengukuran kadar karbohidrat dilakukan dengan metode *luff schoorl* SNI 01-2891-1992

#### **1.4 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini antara lain adalah:

1. Untuk mengetahui kandungan proksimat pada pelet dari limbah pengasapan ikan.
2. Untuk mengetahui pengaruh pemberian pelet ikan dari limbah pengasapan ikan terhadap pertumbuhan ikan lele dumbo (*C. gariepinus*).
3. Untuk mengetahui pengaruh pemberian pelet ikan dari limbah pengasapan ikan terhadap kadar proksimat ikan lele dumbo (*C. gariepinus*).

#### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui potensi pelet ikan dari limbah pengasapan ikan sebagai salah satu pakan ikan untuk pertumbuhan ikan dalam sistem budidaya.
2. Sebagai informasi bagi pengembang sektor budidaya perikanan dalam penggunaan pelet ikan yang terbuat dari limbah pengasapan ikan sebagai pakan ikan yang dibudidayakannya, khususnya pada budidaya ikan lele dumbo (*C. gariepinus*).

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pelet Ikan**

Ikan membutuhkan energi untuk memelihara tubuh, aktivitas, dan pertumbuhan. Energi tersebut diperoleh dari nutrisi yang terdapat dalam pakan (Mudjiman, 2011). Pakan ikan terdiri dari dua macam yaitu pakan alami dan pakan buatan. Pakan alami biasanya digunakan dalam bentuk hidup dan agak sulit untuk mengembangkannya, sedangkan pakan buatan, dapat diartikan secara umum sebagai pakan yang berasal dari olahan beberapa bahan pakan yang memenuhi nutrisi yang diperlukan oleh ikan (Zaenuri dkk., 2014; Nuraeni dkk., 2012; Susanto & Widyaningrum, 2013).

Pelet adalah pakan buatan yang dibuat dari beberapa macam bahan yang diolah menjadi adonan, kemudian dicetak dengan bentuk batang atau bulat (Zaenuri dkk., 2014). Jenis pelet berdasarkan bentuknya dibagi menjadi pelet moist lembab (*moist*) dan pelet kering (*dry*). Kedua jenis pelet ikan ini dapat berpengaruh baik pada pertumbuhan ikan, tetapi mayoritas jenis ikan lebih suka pelet kering yang terapung, sedangkan yang lain suka pelet tenggelam. Pelet kering (*dry*) biasanya harganya lebih mahal karena biaya produksi yang lebih tinggi. Kelebihan dalam menggunakan pelet ikan kering adalah petani langsung dapat mengamati intensitas makan ikan dan menentukan jumlah pakan yang sesuai. Penentuan tingkat makan terlalu rendah atau terlalu tinggi adalah penting dalam memaksimalkan pertumbuhan ikan dan efisiensi penggunaan pakan. Keunggulan dari pelet lembab (*moist*) adalah lebih cepat dicerna oleh anakan ikan (*fry*) dan ikan muda (*fingerling*), namun pelet *moist* dapat mengkontaminasi air, sehingga menyebabkan pencemaran, kecuali pelet tersebut telah dipasteurisasi (Pandey, 2013; Craig *et al.*, 2009).

Pelet ikan dapat dibuat dari bahan-bahan berikut ini, yaitu tepung ikan (murni atau campuran), tepung hasil produk sampingan unggas, konsentrat protein ikan, tepung kedelai,

gandum brewer kering, ragi brewer kering, bekatul, jagung, shorgum, tepung daging dan tulang, tepung kelapa, vitamin dan mineral premix, singkong, minyak ikan dan *cocoa pod* (Pandey, 2013; Gonzalez & Allan, 2007). Pada pelet ikan komersial, bahan yang digunakan harus dapat membentuk pakan ikan yang memiliki nutrisi yang cukup. Salah satu contoh pakan komersial untuk ikan lele adalah Hi-Pro-Vite 781. Pakan ikan ini memiliki kandungan nutrisi yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Jumlah kandungan nutrisi pelet Hi-Pro-Vite 781.

Nutrisi	Komposisi (%)
Protein	31-33%
Lemak	4-6%
Fiber	3-5%
Kadar air	9-10%

Pada umumnya kandungan nutrisi pada pakan ikan menurut Royes dan Chapman (2003), dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2. Komposisi kandungan nutrisi pakan untuk pertumbuhan ikan pada umumnya (Royes dan Chapman, 2003).

Nutrisi	Kebutuhan (Persen per diet kering)
Protein	32-45%
Lemak	4-28%
Mineral	1,0-2,5%
Vitamin	1,0-2,5%

Harga pelet ikan komersial relatif mahal, dikarenakan harga bahan pelet seperti tepung ikan harganya mahal, maka sebaiknya bahan untuk membuat pelet dapat disubstitusi dengan bahan lokal yang lebih murah, mudah diperoleh dan memiliki protein tinggi (Nuraeni dkk., 2012). Bahan baku yang digunakan tidak hanya memiliki kandungan nilai gizi yang baik dan mudah didapat ketika diperlukan, tetapi mudah diolah dan diproses (Zaenuri

dkk., 2014). Contoh bahan baku murah dan memiliki nilai gizi tinggi yang dapat diolah menjadi pakan ikan antara lain *sludge* dari sisa akhir pembuatan biogas, tulang ikan patin, daun jalloh, dan limbah ikan tongkol (Zaenuri dkk., 2014; Susanto & Widyaningrum, 2013; Dewi *et al.*, 2013; Nuraeni dkk., 2012).

## **2.2. Limbah Pengasapan Ikan**

Kegiatan pengasapan ikan dan budidaya menyisakan 35% dari berat total ikan berupa produk limbah yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Limbah tersebut berupa ikan tak terpakai, tulang dan jeroan ikan. Bagian terbesar dari limbah ini terdiri dari jeroan seperti organ pencernaan yang memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai suplemen protein dalam pakan ternak seperti bebek dan pakan ikan (Vazquez *et al.*, 2011; Fai *et al.*, 1997; Nuraeni dkk., 2012; Rimalia, 2002). Limbah ikan jika tidak dikelola akan menimbulkan pencemaran karena proses pembusukan protein ikan. Selain itu bisa menjadi sumber penyakit menular terhadap manusia yang ditularkan lewat lalat (misalnya muntaber) (Siswati *et al.*, 2010).

Menurut Alatis dan Effiong (2013), industri pengasapan ikan menghasilkan limbah dalam jumlah besar yang mengandung protein dan nutrisi tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ikan. Kandungan nutrisi limbah ikan antara lain protein, lemak, , dan serat kasar. Limbah ikan mudah rusak, sehingga perlu pengolahan (Rimalia, 2002). Pengolahan ditujukan untuk menghasilkan produk berprotein tinggi yang tidak mengalami kerusakan berarti selama penyimpanan beberapa bulan bahkan bertahun-tahun (Kompiani, 1990). Maka untuk mengoptimalkan kegunaan dan mengurangi pencemaran limbah ikan dapat ditingkatkan fungsinya dengan diolah menjadi tepung ikan dan silase (Vazquez *et al.*, 2011). Limbah ikan yang diolah menjadi tepung ikan mengandung protein, mineral dan vitamin B. Tepung ikan dari limbah ikan ini dapat dimanfaatkan untuk campuran makanan ternak seperti unggas, babi dan pakan ikan. Kandungan gizi yang tinggi pada tepung ikan dapat

meningkatkan produksi dan nilai gizi telur serta daging pada ternak dan ikan. Usaha pembuatan tepung ikan dapat menggunakan limbah ikan karena relatif murah dan mudah didapat (Siswati *et al.*, 2010).

Jeroan ikan (*fish offal*), memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai pakan ikan. Jeroan ikan mengandung jumlah tinggi protein kasar (30-32%) dan lipid (15-18%) (Bag & Mahapatra, 2012). Protein ikan terdiri dari asam amino yang tidak terdapat pada tumbuhan. Selain sebagai sumber protein dengan asam amino yang baik, limbah ikan juga merupakan sumber mineral dan vitamin (Siswati *et al.*, 2010). Pemanfaatan limbah ikan seperti kepala, organ pencernaan, dan ekor ini dapat dimanfaatkan sebagai pakan ikan, dengan diolah dahulu, misalnya menjadi tepung ikan dan pelet ikan (Sotolu, 2009; Nuraeni dkk., 2012; Rimalia, 2002).

Tabel 2.3 Komposisi biokimia dari jeroan ikan (Bag & Mahapatra, 2012)

Komposisi	Jeroan ikan (%)
Bahan kering	91,12
Protein kasar	29,08
Lemak	9,97
Abu	12,76
Nitrogen bebas	18,99
Serat	9,65

## 2.3 Keong Sawah (*Pila ampullacea*)

### 2.3.1 Klasifikasi Keong Sawah

Kingdom : Animalia  
 Phylum : Mollusca  
 Class : Gastropoda  
 Order : Architaenioglossa  
 Family : Ampullariidae  
 Genus : Pila  
 Species : *Pila ampullacea*

(Bouchet, 2017)

### 2.3.2 Karakteristik Morfologi *Pila ampullacea*

*Pila ampullacea* lebih dikenal dengan keong sawah merupakan jenis keong yang tersebar di daerah Asia tenggara. Habitat dari *Pila ampullacea* ini dapat berupa lahan persawahan, saluran irigasi dan habitat sejenis. *Pila ampullacea* memiliki bentuk cangkang yang membulat dengan aperture berbentuk oval. Spire agak pendek dan umbilikus sempit sampai hampir tertutup. Permukaan cangkangnya halus. Warna kulit bervariasi dari hijau terang sampai coklat oranye dengan pita spiral kemerahan. Bagian dalam cangkangnya berwarna kekuningan dengan semburat ungu. Tubuh dari *P. ampullacea* ini berwarna abu-abu (Santhanam, 2015).



Gambar 2.1 Keong sawah (*Pila ampullacea*) (Hui *et al.*, 2014)

Keong sawah memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi (ditunjukkan pada Tabel 2.3). Keong sawah mengandung asam amino yang mirip dengan hewan darat pada umumnya (Obande *et al.*, 2013). Keong sawah mengandung asam amino essential seperti leusin, valin dan isoleusin yang berfungsi dalam sintesis protein selama pertumbuhan otot (Wolfe, 2017). Keong sawah dapat dimanfaatkan sebagai pakan bagi hewan budidaya seperti ikan lele, itik, dan ayam. Gizi dari daging keong sawah dapat digunakan sebagai bahan penambah gizi dalam pakan ikan (Obande *et al.*, 2013).

Tabel 2.4 Kandungan proksimat pada daging *Pila ampullacea* (Obande *et al.*, 2013)

Parameter	Komposisi (%)
Kandungan air	76,32
Protein	10,67
Lemak	0,06
Abu	5,54
Serat	0,03

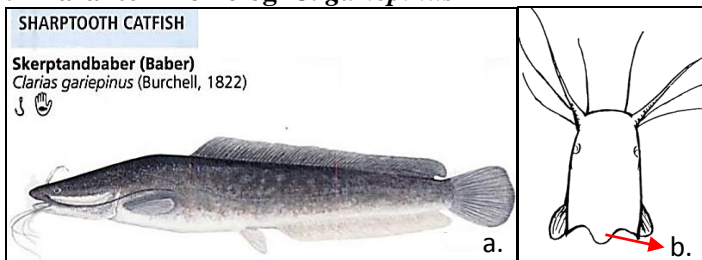
## 2.4 Ikan Lele dumbo (*Clarias gariepinus*)

### 2.4.1 Klasifikasi *Clarias gariepinus*

Kingdom : Animalia  
 Phylum : Chordata  
 Class : Actinopterygii  
 Order : Siluriformes  
 Family : Clariidae  
 Genus : Clarias  
 Species : *Clarias gariepinus*

(Myers *et al.*, 2015)

### 2.4.2 Karakter Morfologi *C. gariepinus*



Gambar 2.2 Ikan Lele Dumbo (*C. gariepinus*)

Keterangan: a. Morfologi *C. gariepinus* (Skelton, 2001) dan b.

Occipital process pada *C. gariepinus* (Vivien *et al.*, 1986).

*Clarias gariepinus* memiliki tubuh yang berbentuk pipih (*compressed*) memanjang ke ekor; sirip punggungnya tersusun

dari jari-jari sirip (*ray*) halus, memanjang dari belakang kepala hingga mendekati dasar ekor (Skelton, 2001). *Clarias gariepinus* memiliki struktur kepala besar, berbentuk depres dan bertulang dengan mata kecil. *Occipital process* sempit dan lurus (lihat Gambar 2.1 b.). Mulut *Clarias gariepinus* berupa mulut terminal yang besar. Pada daerah sekitar mulutnya terdapat empat pasang sungut. Ikan ini memiliki duri *pectoral* dengan kait di sepanjang tepi luar. Sirip analnya terdiri dari jari-jari sirip lembut, meluas dari dasar anus ke dasar ekor. Perut *Clarias gariepinus* berwarna putih (FAO, 2015). *Clarias gariepinus* memiliki ekor berbentuk bulat (Skelton, 2001).

### **2.4.3 Habitat dan Biologi *Clarias gariepinus***

Ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) merupakan bagian dari genus *Clarias* (Claridae) tersebar luas di area tropis Afrika dan Asia, salah satunya di Indonesia (Pouomogne, 2008; Khairuman & Amri, 2002). Ikan lele dumbo hidup diberbagai lingkungan air tawar, termasuk danau, kolam dan rawa. Ikan tersebut juga dapat ditemukan pada sungai arus deras dan bendungan. Ikan ini dapat hidup pada air yang sangat keruh dan memiliki rentang toleransi suhu dari 12-35°C, dengan suhu optimal untuk tumbuh adalah sebesar 28-30°C (Jamabo *et al.*, 2015). *C. gariepinus* mampu beradaptasi pada kondisi lingkungan ekstrim dan dapat hidup dalam pH berkisar 6,5 - 8,0. *C. gariepinus* adalah organisme bentik dan melakukan sebagian besar aktivitas makan pada daerah tersebut. *C. gariepinus*, terkadang juga berada di permukaan air untuk mengambil oksigen. Ikan ini dapat hidup pada air yang memiliki kandungan oksigen sangat rendah (Jauro dan Usman, 2015). Ikan lele dumbo dewasa dapat ditemukan terutama pada perairan yang tenang, danau dan kolam dan lebih memilih daerah yang agak dangkal dan daerah rawa dengan substrat berlumpur lembut dan air tenang (Seeger, 2008). Ikan tersebut juga dapat ditemukan di sungai-sungai mengalir cepat dan di jeram (Seeger, 2008). Ikan yang sudah dewasa akan

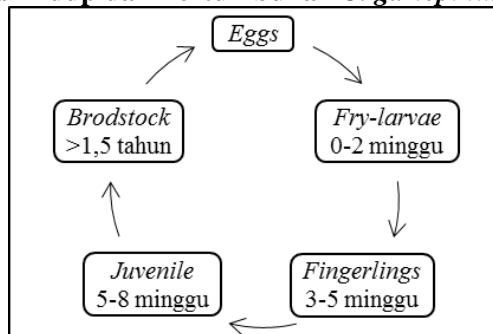


bermigrasi ke sungai sementara untuk bertelur (Witte & de Winter, 1995).

Ciri utama dari *C. gariepinus* adanya *pseudo lung* (*arborescent organ*) yang memungkinkan spesies ini dapat bernapas pada kondisi kering. Adanya organ ini memungkinkan spesies ini untuk meninggalkan air menggunakan sirip pektoralnya untuk mencari makan atau menemukan tempat bertelur (Kipper *et al.*, 2013; de Moor & Bruton, 1988). *C. gareipinus* adalah omnivora yang kadang-kadang makan di permukaan. Makanan *C. gareipinus* seperti serangga, plankton, invertebrate, daging yang membusuk dan tanaman. *C. gariepinus* memiliki tingkat aktivitas makan yang tinggi pada kondisi gelap karena tergolong jenis ikan *nocturnal feeders* (Kipper *et al.*, 2013).

*C. gariepinus* adalah salah satu jenis ikan air tawar yang paling banyak dibudidayakan. Menurut de Moor & Bruton, (1988), ikan ini memiliki fekunditas yang tinggi, laju pertumbuhan yang cukup cepat, memiliki toleransi terhadap kepadatan tebar dan kondisi lingkungan yang ekstrem. Ikan ini juga memiliki rata-rata konversi pakan yang efisien dan ketahanan terhadap penyakit yang tinggi (Nwachi dan Toritseju, 2014).

#### 2.4.4 Siklus Hidup dan Pertumbuhan *C. gariepinus*



Gambar 2.3 Tahapan pertumbuhan *C. gariepinus* (Ponzoni & Nguyen, 2008).

*C. gariepinus* berkembang biak dengan bertelur (ovipar). Siklus hidup *C. gariepinus* dapat dilihat pada Gambar 2.2. Pemijahan berlangsung selama musim hujan. Kematangan seksual pertama terjadi pada betina ukuran antara 40-45 cm dan jantan antara 35-40 cm. Telur berwarna kehijauan. Inkubasi telur berlangsung sekitar 33 jam pada 25°C (Witte & de Winter, 1995).

Kepadatan tebar yang optimal untuk larva lele adalah 100/m<sup>2</sup>; panen sekitar 35-40 bibit/m<sup>2</sup> setelah 5 minggu, dengan masing-masing *fingerling* memiliki berat 2-3 g (de Graaf *et al.*, 1995). Karakteristik pertumbuhan *C. gariepinus* dapat dilihat pada Tabel 2.4 yang dibagi berdasarkan umurnya.

Tabel 2.5 Karakteristik Pertumbuhan ikan lele dumbo (Suyanto, 2007)

Deskripsi	<i>C. gariepinus</i>
Pendederan 1 (benih umur 5-26 hari)	
Pertumbuhan harian (%)	20,38
Panjang standar (cm)	2-3
Kelangsungan hidup (%)	>80
Pendederan 2 (benih umur 26-40 hari)	
Pertumbuhan harian (%)	12,18
Panjang standar (cm)	3-5
Kelangsungan hidup (%)	>90
Pembesaran	
Pertumbuhan harian selama 3 bulan (%)	2,73
Pertumbuhan harian calon induk	0,62
Konversi pakan	>1

#### 2.4.5 Nutrisi untuk Pertumbuhan *C. gariepinus*

*C. gariepinus* memiliki kebutuhan protein diet yang relatif tinggi untuk pertumbuhannya. Tingkat pertumbuhan terbaik dan konversi makanan yang dicapai dengan diet yang mengandung 35-42% protein kasar dan tingkat energi yang dicerna dihitung dari 12 kJ g<sup>-1</sup>. Selain itu, ikan lele juga membutuhkan banyak

asam amino diantaranya adalah sistin, taurin, asam aspartat, metionin, treonin, serin, asam glutamat, glisin, alanin, valin, isoleusin, leusin, tirosin, fenilalanin, asam g-aminobutirat, ornitin, lisin, arginin, hidroksiprolin dan prolin (Osibona *et al.*, 2009). Pakan ikan yang harus diberikan harus memenuhi kebutuhan energi ikan lele dumbo. Berdasarkan SNI 01-4087-2006, standar mutu untuk pakan ikan lele dumbo dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.6 Standar mutu pakan ikan lele dumbo

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan		
			Benih	Pembesaran	Induk
1	Air, maks	%	12	12/12	12
2	Abu, maks	%	13	13/13	13
3	Protein, min	%	30	28/25	30
4	Lemak, min	%	5	5/5	5
5	Kadar serat kasar, maks	%	6	8/8	8
6	Non protein nitrogen, maks	%	0,20	0,20	0,20
7	Diameter pelet	mm	< 2	2-3/3-4	>4
8	Floating rate, min	%	80	80	80
9	Kestabilan dalam air mengapung/ tenggelam, min	menit	15/5	15/5	15/5
10	Kandungan mikroba/toksin - Aflatoksin - Salmonella	ppb kol/g	< 50 -(neg)	< 50 -(neg)	< 50 -(neg)
11	Kandungan antibiotik terlarang (Nitrofurantoin, Kloramfenikol, Kolikisin, Klorpromazin)	µg/kg	0	0	0

(Sumber : BSN, 2006)

## 2.5 Asorbsi Nutrisi Pada Ikan

Nutrisi yang terdapat dalam pakan ikan mengalami proses penyerapan di dalam usus. Proses asorbsi nutrisi dari lumen usus ke enterosit (sel penyerapan) dapat terjadi secara pinositosis, difusi, pertukaran ion dan transport aktif. Pinositosis dapat mengangkut senyawa kompleks besar yang kemudian dicerna secara intraseluler atau digunakan untuk tujuan lain seperti memberi priming sistem kekebalan tubuh atau proses daur ulang komponen hasil sekresi pencernaan (enzim dan garam empedu). Difusi didorong oleh perbedaan konsentrasi nutrisi antara lumen dan enterosit. Pertukaran ion merupakan proses selektif dan berfungsi untuk menjaga potensial elektrik dalam jaringan. Misalnya, penyerapan ion monovalen di dalam usus adalah melalui sistem pertukaran ion  $\text{Na}^+$  dengan  $\text{H}^+$  dan  $\text{Cl}^-$  dengan  $\text{HCO}_3^-$ .  $\text{Na}^+$  diserap melalui pertukaran ion  $\text{H}^+$  dan  $\text{Cl}^-$  diserap melalui pertukaran ion  $\text{HCO}_3^-$ . Transportasi aktif juga merupakan proses selektif dan sering membutuhkan perbedaan gradien konsentrasi natrium untuk memompa nutrisi (misalnya asam amino esensial) melewati *brush border* (Storelli dan Verri 1993). Transportasi aktif membutuhkan energi dan umumnya digunakan untuk transfer asam amino esensial (Baumrucker et al., 1989; Storelli dan Verri 1993). Pada transpor aktif ini, membutuhkan setidaknya dua enzim penting yang terlibat dalam proses pengangkutan nutrisi secara aktif ini, yaitu alkalin fosfatase dan  $\gamma$ -glutamyltransferase. Kedua enzim tersebut saling terkait dengan membran dan sering berkaitan dengan mekanisme transportasi pada brush border dan digunakan untuk meningkatkan penyerapan nutrisi pada larva ikan (Ribeiro et al., 1999; Martinez et al., 1999; Tengjaroenkul et al., 2000; Gawlicka et al., 2001). Alkalin fosfatase mendefosforilasi nutrisi dan berperan dalam penyerapan lemak dan protein dengan menjadi katalisator dalam reaksi transfosforilasi (Kuzmina dan Gelman 1997; Villanueva et al., 1997).  $\gamma$ -glutamyltransferase mengkatalisis hidrolisis ikatan peptida  $\gamma$ -glutamil dan memfasilitasi proses transportasi asam

amino melalui membran pada saat bersamaan (Baumrucker *et al.*, 1989).

Nutrisi yang diserap oleh enterosit ditransfer menuju hati melalui sistem sirkulasi dan sistem limfatik. Hati merupakan organ yang memiliki peran utama dalam proses metabolisme, pencernaan, detoksifikasi dan penghilangan zat sisa. Namun, fungsi hati yang terpenting adalah sebagai organ pengatur utama untuk tingkat sirkulasi asam amino, lipid, dan glukosa, yang membuatnya menjadi pusat pengatur keseimbangan energi tubuh dan keseimbangan nutrisi. Nutrisi seperti protein, lipid dan karbohidrat mengalami proses transfer yang berbeda-beda. Pada transfer protein ke hati, protein dari enterosit diangkut ke hati sebagai asam amino bebas dan lipoprotein. Kemudian untuk lipid, proses transfernya diawali dengan proses esterifikasi lipid menjadi fosfolipid dan triasilgliserol dalam enterosit dan ditransfer ke hati sebagai lipoprotein. Karbohidrat diangkut sebagai glukosa dalam darah (Rust *et al.*, 1995).

## **2.6 Komposisi Daging Ikan**

Daging ikan tersusun dari beberapa zat penyusun, yang dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok nutrisi mayor dan minor. Kelompok nutrisi mayor terdiri dari kandungan air, protein dan lemak, sedangkan kelompok nutrisi minor adalah karbohidrat, vitamin dan mineral (FAO, 2017).

Kandungan air dalam daging ikan ini berbeda-beda tergantung dari jenis ikannya. Pada umumnya kandungan air dalam daging ikan air tawar adalah antara 70% hingga 80% (Das dan Sahu, 2001).

Protein merupakan salah satu penyusun otot atau daging ikan yang utama. Kandungan protein dalam daging ikan dapat mencapai 20% hingga 30% (Das dan Sahu, 2001). Ikan mengkonsumsi protein untuk mendapatkan asam amino. Protein dicerna atau dihidrolisis dan dilepaskan sebagai asam amino yang diserap dalam usus dan didistribusikan oleh darah ke organ dan jaringan. Asam amino ini digunakan oleh berbagai jaringan untuk

membentuk protein baru. Asupan protein atau asam amino yang teratur diperlukan karena asam amino juga digunakan secara terus menerus oleh ikan untuk membentuk protein baru (seperti saat proses pertumbuhan dan reproduksi) atau untuk menggantikan protein yang sudah rusak. Kandungan protein yang tidak memadai dalam makanan menghasilkan pengurangan atau penghentian pertumbuhan dan kehilangan berat karena protein akan lebih digunakan untuk menjaga fungsi jaringan utama. Di sisi lain, jika terlalu banyak protein dipasok dalam makanan, hanya sebagian saja yang akan digunakan untuk membentuk protein baru dan sisanya akan dikonversi untuk membentuk energi.

Komposisi lipid dalam daging ikan pada umumnya adalah 2% hingga 12% (Das dan Sahu, 2001). Kandungan lipid dalam daging ikan ini berfungsi sebagai sumber energi untuk proses metabolisme dan untuk reproduksi (Halver dan Hardy, 2001). Lipid mengandung lebih banyak energi per satuan berat dari pada senyawa yang lain. Contohnya, dalam satu gram lipid mengandung energi total dua kali lebih banyak dari satu gram karbohidrat atau satu gram protein (Orire *et al.*, 2013).

Kandungan nutrisi minor, yaitu kandungan karbohidrat, vitamin dan mineral dalam daging ikan sendiri sangat rendah, yaitu kurang dari 1% (Halver dan Hardy, 2001).

## **2.7 Analisis Proksimat**

Analisis proksimat merupakan suatu metode analisis kimia untuk mengidentifikasi kandungan zat makanan dari suatu bahan pakan atau pangan. Analisis ini dikembangkan dalam *Weende Experiment Station* di Jerman oleh Henneberg dan Stokman pada tahun 1865, dengan menggolongkan komponen yang ada pada makanan. Metode ini didasarkan pada komposisi susunan kimia dan kegunaan bahan makanan (Hidayah, 2015). Istilah proksimat memiliki pengertian bahwa hasil analisisnya tidak menunjukkan angka sesungguhnya, tetapi mempunyai nilai mendekati. Hal ini disebabkan dari komponen praktisi yang

dianalisisnya masih mengandung komponen lain yang jumlahnya sangat sedikit yang seharusnya tidak masuk ke dalam fraksi yang dimaksud. Namun demikian analisis kimia ini adalah yang paling ekonomis dan datanya cukup memadai untuk digunakan dalam penelitian dan keperluan praktis (Hidayah, 2015).

Analisis proksimat menganalisis beberapa komponen seperti air, bahan anorganik (abu), protein, lemak, dan serat kasar (Hidayah, 2015). Pengujian dari komponen-komponen tersebut menggunakan metode dan prinsip yang berbeda-beda.

Kadar air merupakan jumlah air yang terkandung dalam berbagai jenis produk dan bahan makanan. Analisis kadar air merupakan penentu penting dan digunakan secara luas dalam formulasi, pengolahan dan pengujian produk pangan (Nollet, 2004). Kadar air adalah salah satu faktor penting dalam penentu kualitas produk pangan, penyimpanan produk dan daya tahan produk (Nielsen, 2010). Stabilitas kimiawi, fisika, dan mikrobial pada produk pangan dapat dipengaruhi oleh kandungan air. Pengurangan kandungan air atau dehidrasi telah digunakan sebagai teknik untuk meningkatkan stabilitas penyimpanan produk pangan (Nollet, 2004). Pengukuran kadar air dapat dilakukan dengan cara di oven pada suhu 105°C selama 16 – 24 jam. Penentuan kadar air dilakukan secara gravimetric berdasarkan selisih berat contoh sebelum dan sesudah contoh dikeringkan (SNI 01-4087-2006).

Protein merupakan zat organik yang tersusun dari unsur karbon, nitrogen, oksigen dan hidrogen. Analisa kadar protein penting untuk dilakukan karena protein merupakan salah satu nutrisi yang penting. Fungsi protein bagi tubuh antara lain untuk pertumbuhan sel baru, memperbaiki sel yang rusak dan metabolisme energi (Anggorodi, 1994). Protein dihitung dengan bentuk N dengan cara mengalikan 100/16 atau 6,25. Faktor perkalian ini digunakan karena kandungan N protein rata-rata adalah 16 g N/100 g protein. Kandungan protein yang ditentukan dengan cara ini biasanya disebut sebagai protein kasar. Istilah

protein kasar digunakan karena ada dua asumsi yang melekat dalam konversi dari N menjadi protein yang tidak selalu valid. Asumsi pertama adalah bahwa semua protein mengandung 16% N. Penggunaan satu faktor konversi ini cukup memadai karena pada bahan pangan normal mengandung campuran protein dan kandungan rata-rata N biasanya mendekati 16%. Asumsi kedua dalam konversi dari N menjadi protein adalah karena semua N hadir dalam protein (Lewis dan Southern, 2000).

Serat kasar didefinisikan sebagai sisa residu setelah perlakuan sekuensial bahan pangan dengan pelarut, asam, basa dan pengabuan (Alfin-Slater dan Kritchevsky, 2012). Serat kasar sebagian besar terdiri dari campuran selulosa dan lignin (Pomeranz, 2013). Serat kasar ini sangat sulit dicerna oleh ikan, namun kehadirannya dalam pakan sangat diperlukan, yakni untuk meningkatkan gerak peristaltik usus. Pemberian serat kasar dalam pakan perlu diperhatikan. Kandungan serat kasar dalam jumlah berlebihan dapat menyebabkan gangguan pada proses penyerapan pakan di dalam usus (Afrianto dan Liviawaty, 2005). Pengukuran kadar serat kasar dilakukan dengan metode ekstraksi. Prinsip dari metode ini adalah ekstraksi sampel dengan menggunakan asam dan basa untuk memisahkan serat kasar dari bahan lain (SNI 01-2891-1992).

Kadar lemak didefinisikan sebagai bahan lipid yang diekstraksi dari sampel produk pangan dengan pelarut lipid yang ditentukan, yang dilakukan di bawah kondisi yang telah ditentukan (Shmidl dan Labuza, 2000). Kandungan lemak diperlukan dalam bahan pangan karena dapat menjadi salah satu sumber energi selain karbohidrat dan protein. Dalam formulasi pakan, lemak bisa membantu daya apung ikan di permukaan air. Kandungan lemak pada pakan yang baik adalah 4-16 %. Lemak yang berlebih pada pakan menyebabkan pakan menjadi mudah teroksidasi dan mengakibatkan penimbunan lemak pada usus ikan, hati ataupun ginjal sehingga dapat menurunkan tingkat konsumsi terhadap pakan (Mahyudin, 2008). Penentuan kadar lemak dilakukan dengan metode ekstraksi menggunakan pelarut



organic dan evaporasi. Prinsip dari penentuan kadar lemak ini adalah sampel diekstrak dengan pelarut organik untuk mengeluarkan lemak dari contoh dengan bantuan pemanasan pada suhu titik didih pelarut selama 8 jam. Pelarut organik yang mengikat lemak selanjutnya dipisahkan dengan evaporasi, sehingga hasil lemak tertinggal dalam labu. Penetapan berat lemak dihitung secara gravimetri (SNI 01-4087-2006).

Kadar abu mengacu pada residu anorganik yang tersisa setelah pengapian atau oksidasi lengkap bahan organik dalam bahan makanan. Penentuan kadar abu merupakan sesuatu yang penting karena beberapa alasan. Kadar abu adalah bagian dari analisis proksimat untuk mengetahui nilai nutrisi. Hal ini karena pada makanan tertentu mengandung mineral tinggi, kandungan abu bisa penting dari sudut pandang nutrisi, toksikologi dan kualitas makanan. Dua jenis proses pengukuran kadar abu (pengabuan) utama yang digunakan: pengabuan kering, terutama untuk komposisi proksimat dan beberapa jenis analisis mineral spesifik; pengabuan basah (oksidasi), sebagai persiapan untuk analisis mineral tertentu. Pengabuan kering membutuhkan suhu yang tinggi yaitu 500-600° C yang dapat dicapai menggunakan pemanas konvensional atau microwave. Pengabuan basah bergantung pada asam kuat dan oksidasi kimia untuk menghilangkan sampel bahan organik (Nielsen, 2010). Pengukuran kadar abu menggunakan analisis secara gravimetri, dimana berat akhir pengabuan dibandingkan dengan berat awal sampel (SNI 01-4087-2006). Kandungan abu makanan dapat diekspresikan dengan berat basah atau dengan berat kering (Nielsen, 2010).

Karbohidrat adalah zat organik yang mengandung zat karbon, hidrogen dan oksigen. Karbohidrat digolongkan dalam monosakarida, disakarida dan polisakarida. Karbohidrat diserap dalam dinding usus ikan pada bentuk monosakarida, yaitu glukosa, fruktosa dan galaktosa (Murtidjo, 2001). Kebutuhan karbohidrat pada ikan dipengaruhi oleh kebiasaan makannya. Ikan herbivora membutuhkan pakan buatan dengan kandungan

karbohidrat lebih besar dibandingkan dengan ikan karnivora karena kemampuan mencernanya lebih besar. Kebutuhan karbohidrat pakan untuk ikan lele berkisar 15-20%, ikan omnivora 25-35% dan ikan herbivora 30-45% (Mahyudin, 2008). Persentase kandungan karbohidrat dapat diukur dengan metode perbedaan aritmatika atau *by difference*. Perhitungan kadar karbohidrat dengan metode ini dilakukan dengan cara mengurangi 100% dengan persentase kadar air, abu, lemak, protein kasar dan serat kasar (Offor *et al.*, 2014).

## **2.8 Dedak**

Dedak adalah produk sampingan industri pengolahan beras (Faria *et al.*, 2012). Dedak merupakan lapisan luar yang keras dari beras berwarna kecoklatan yang dihasilkan selama proses pengelupasan dan penggilingan padi. Dedak ini terdiri dari aleurone dan pericarp. Dedak mengandung sejumlah mikronutrien seperti oryzanols, tocopherols, tocotrienols, phytosterols, 20% minyak dan 15% protein, 50% (major starch) serat makanan seperti beta-glukan dan pektin (Prasad *et al.*, 2011). Nutrisi yang terkandung dalam dedak dapat dilihat pada Tabel 2.5 di bawah ini.

Tabel 2.7 Kandungan nutrisi yang terkandung dalam dedak (ICMR, 1989).

Proksimat		Mikronutrien	
Nutrien	Kandungan dalam 100 g	Nutrien	Kandungan dalam 100 g
Protein	16,5 g	Vitamin	
Lemak	21,3 g	Tiamin (B <sub>1</sub> )	3 mg
Abu	8,3 g	Ribloflavin	0,4 mg
Serat kasar	11,4 g	Niacin	43 mg
	49,4 g	Pyridoxin (B)	0,49 mg
Serat makanan	25,3 g	Pantothenic acid	7 mg
Serat terlarut	2,1 g	Biotin	5,5 mg
Pati	24,1 g	Asam folat	83 µg
Gula bebas	5 g	Inositol	982 mg
Energi	395 kcal	Mineral	
Kalsium	80 mg	Iron	11 mg
Fosfor	2,1 g	Zinc	6,4 mg
Potasium	1,9 g	Mangan	28,6 mg
Sodium	20,3 mg	Tembaga	0,6 mg
Magnesium	0,9 g	Iodin	67 µg
Silika	643 mg		
Kepadatan	0,39 (g/ml)		

Dedak ini pada umumnya digunakan sebagai pakan hewan ternak, seperti ayam dan itik. Pada beberapa penelitian, dedak ini juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan pelet ikan. Keunggulan dari dedak ini sebagai bahan tambahan pelet ikan adalah kandungan nutrisi yang tinggi, ketersediaannya yang melimpah dan harganya murah (Limbu *et al.*, 2016).

## 2.9 Tepung Tapioka

Tepung tapioka adalah salah satu olahan dari ubi kayu yang diperoleh dengan cara mengekstrak sarinya. Tepung tapioka

umumnya berbentuk butiran pati yang banyak terdapat di dalam sel ubi kayu (Razif, 2006). Pada umumnya masyarakat Indonesia mengenal dua jenis tapioka, yaitu tapioka kasar dan tapioka halus. Tapioka kasar merupakan tapioka yang masih mengandung gumpalan dan butiran ubi kayu yang masih kasar, sedangkan tapioka halus merupakan hasil pengolahan lebih lanjut dan tidak mengandung gumpalan lagi.

Tepung tapioka banyak digunakan sebagai bahan pengental dan bahan pengikat dalam industri makanan. Tepung tapioka juga dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan pakan ternak, seperti pakan ikan. Pada proses produksi pakan ikan, tepung ini berfungsi sebagai pengikat. Gelatinisasi dari tepung ini memiliki peran yang penting dalam produksi pakan ikan karena dapat mempengaruhi daya cerna pakan dan berkontribusi untuk menjaga stabilitas pakan di air (Solomon *et al.*, 2011).

Tepung tapioka sebagai bahan tambahan dalam pakan ikan memiliki beberapa kandungan nutrisi yang dapat dilihat pada Tabel 2.6 di bawah ini.

Tabel 2.8 Kandungan nutrisi dalam tepung tapioka.

Komposisi	Jumlah
Karbohidrat (%)	88,2
Kadar air (%)	9
Lemak (%)	0,5
Protein (%)	1,1
Ca (mg/100 gram)	84
Vitamin B1 (mg/100 gram)	0,4



## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari-Maret 2018 di Laboratorium Zoologi dan Rekayasa Hewan, Departemen Biologi, Fakultas Ilmu Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan di Unit Pengujian Veteriner dan Analisis Pakan, Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Negeri Airlangga.

### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat-alat yang diperlukan untuk penelitian ini adalah timbangan, timbangan analitik, *Thermolyne Benchtop 1100°C Muffle Furnaces*, penjepit, *Desiccator Vacuum* Duran 30 cm, sendok, saringan, gelas, cawan porselin, *Oven Memmert UNB 500*, baskom, blender Cosmos CB-180 F, kompor gas, dandang, kain lap, Alat Pencetak Pelet R180 *Diesel Engine*, aerator AA-350, loyang, dan kawat kasa sebanyak 5 buah, alat tulis, *log book*, dan meteran jahit.

Bahan-bahan yang diperlukan untuk penelitian ini adalah limbah pengasapan ikan, *Pila ampullacea*, dedak, tepung tapioka, serta ragi tempe, 50 ekor *C. gariepinus*, air PDAM, kloroform, Larutan  $H_2SO_4$ , larutan luff,  $CH_3COOH$  3% , Larutan KI, Larutan HCl, batu didih, NaOH, selenium,  $HBO_3$ , *bromocresol green*, etanol dan akuades.

### **3.3 Metode Pelaksanaan**

#### **3.3.1 Pembuatan Pelet dari Limbah Pengasapan Ikan**

##### **3.3.1.1 Penanganan Limbah Pengasapan Ikan**

Limbah pengasapan ikan dicuci kemudian dilakukan pemotongan, lalu limbah pengasapan ikan direbus selama kurang lebih 1 jam 30 menit. Limbah pengasapan ikan yang sudah direbus, dicuci lagi dan dioven hingga kering, kemudian dihaluskan hingga menjadi tepung (Rimalia, 2002).

### 3.3.1.2 Penanganan *P. ampullacea*

Pengolahan *P. ampullacea* diawali dengan pencucian yang dimaksudkan untuk menghilangkan kotoran. Setelah itu direbus dengan air garam. Kemudian dagingnya dikeluarkan dari cangkang, dicuci dan ditiriskan. Daging *P. ampullacea* dikeringkan dengan cara dioven hingga kering dan dihaluskan hingga menjadi tepung dengan cara diblender (Tarigan, 2008).

### 3.3.1.3 Pencampuran Adonan Pelet

Pencampuran dilakukan menurut metode yang dilakukan Rimalia (2002) yang telah dimodifikasi. Bahan-bahan berupa tepung limbah pengasapan ikan dicampur dengan bahan dasar, yang terdiri dari tepung keong sawah 200 gram, dedak 270 gram, tepung tapioka 10 gram, dan vitamin serta mineral konsentrat 20 gram dicampur hingga rata dengan komposisi seperti pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Komposisi Bahan Pelet menurut Rimalia (2002) dengan pengubahan

Kombinasi	Komposisi Bahan (%)	
	Limbah Pengasapan Ikan	Bahan Dasar
K.0	-	-
K.1	-	100
K.2	30	70
K.3	60	40
K.4	90	10

Keterangan: K.0= Kontrol (Pelet Komersial), K.1= Kombinasi 1, K.2= Kombinasi 2, K.3= Kombinasi 3, dan K.4= Kombinasi 4.

### 3.3.1.4 Fermentasi dan Pencetakan Pelet

Adonan yang sudah dicampur rata masing-masing ditambah dengan 1,25 gram ragi tempe, kemudian didiamkan

selama  $\pm 12$  jam. Setelah proses fermentasi, adonan dicetak dengan alat penggiling daging, lalu dioven hingga kering. Pelet yang sudah jadi disimpan dalam tempat yang bersih dan kering (BKPP, 2016; Rimalia, 2002).

### 3.3.2 Pemeliharaan *C. gariepinus*

Langkah pertama dalam pemeliharaan ikan lele dumbo yaitu mempersiapkan bak pemeliharaan dan persiapan air (Mufidah dkk., 2009). Pemeliharaan ikan dilakukan pada 5 ember dengan ukuran 20 liter yang digunakan untuk 5 perlakuan (lihat Tabel 3.1) yaitu kontrol (K.0), kombinasi pelet 1 (K.1), kombinasi pelet 2 (K.2), kombinasi pelet 3 (K.3) dan kombinasi pelet 4 (K.4) dengan setiap perlakuan masing-masing 5 ulangan (5 ekor ikan).

Ikan lele dumbo yang digunakan memiliki berat awal 8-9 gram, panjang  $\pm 9$  cm dan usianya 4 minggu (Suyanto, 2007). Sebelum perlakuan dimulai ikan dipuasakan selama 24 jam untuk menghilangkan sisa pakan dalam saluran pencernaan. Setelah itu ikan ditimbang, diukur panjangnya dan dimasukkan ke dalam ember dengan kepadatan 7 ekor/ember, berdasarkan kepadatan optimum 35-40 ekor/m<sup>2</sup> (Hermawan *et al.*, 2012). Selama pemeliharaan, ikan diberi pakan 2 kali sehari pada pagi (07.30-08.30 WIB), dan sore hari (17.00-18.00 WIB). Hal ini dilakukan sesuai dengan penelitian Ani *et al.*, (2013), dimana waktu pemberian pakan *C. gariepinus* yang paling efektif dan memberikan pertumbuhan tertinggi adalah pada waktu pagi pukul 07.30-08.30 WIB dan sore hari pukul 17.00-18.00 WIB. Selain itu, menurut Pantazis dan Neofitou (2003), frekuensi pemberian pakan sebanyak 2 kali sehari menunjukkan pertumbuhan dan konversi pakan yang lebih baik daripada pemberian pakan sebanyak 3 kali sehari. Pakan yang diuji yaitu pelet ikan dari limbah pengasapan ikan dan pelet komersial dengan pemberian sebanyak 3% dari berat tubuh ikan atau sebesar 0,24 gram/ekor (Suyanto, 2007). Masa pemeliharaan ikan dilakukan selama 30 hari.



### **3.3.3 Pembersihan Kolam Pemeliharaan**

Pembersihan kolam dilakukan jika kolam sudah ditumbuhi lumut, air terlihat keruh dan terdapat endapan didasar kolam. Pembersihan dilakukan secara berkala yaitu setiap dua minggu sekali. Pembersihan kolam dilakukan dengan cara mengurangi volume air hingga 1/4 bagian kolam kemudian ditambahkan air hingga 3/4 bagian kolam (Supriyadi, 2004).

### **3.3.4 Pengambilan Data Pertumbuhan, dan Konversi Pakan**

Pengukuran pertumbuhan dilakukan secara periodik dari awal hingga akhir pemeliharaan, maka pengamatan dilakukan pada hari ke-0, hari ke-15 dan hari ke-30. Data pertumbuhan meliputi pengukuran berat ikan dan panjang ikan dilakukan pada hari ke-0 dan hari ke-30 (Effendie, 2002). Pengukuran rasio konversi pakan (FCR) dilakukan pada hari ke-30.

### **3.3.5 Analisis Proksimat Pelet dari Limbah Pengasapan Ikan**

Analisis proksimat dimulai dengan preparasi sampel pelet. Pelet ikan sebanyak 2 gram dilumatkan hingga homogen dan dimasukkan ke dalam wadah plastik atau gelas yang bersih dan tertutup. Pada saat akan dilakukan analisa, sampel pelet ikan dikondisikan pada suhu ruang dan dipastikan sampel tetap homogen sebelum ditimbang, jika terjadi pemisahan cairan dan padatan dalam contoh maka perlu diaduk ulang dengan blender.

#### **3.3.5.1 Pengukuran Kadar Abu dengan Metode SNI 01-4087-2006**

Pertama, cawan abu porselin kosong dimasukkan ke dalam tungku pengabuan. Suhu dinaikkan secara bertahap sampai mencapai suhu 550°C. Suhu dipertahankan pada suhu 550°C ± 5°C selama 1 malam. Kemudian, suhu pengabuan diturunkan menjadi 40°C, cawan abu porselin dikeluarkan dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Berat cawan abu porselin kosong ditimbang (A g). Pada cawan abu porselin dimasukkan 2 gram sampel pelet yang telah dihomogenkan. Kemudian

dimasukkan ke dalam oven pada suhu 100° C selama 24 jam. Cawan abu porselin dipindahkan ke tungku pengabuan dan dinaikkan temperaturnya secara bertahap sampai suhu mencapai 550° C  $\pm$  5° C. Pertahankan selama 8 jam/semalam sampai diperoleh abu berwarna putih. Setelah selesai, tungku pengabuan diturunkan suhunya menjadi sekitar 40° C, cawan porselin dikeluarkan menggunakan penjepit dan dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit. Bila abu belum benar-benar putih harus dilakukan pengabuan kembali. Basahi atau lembabkan abu dengan aquades secara perlahan, dikeringkan pada hot plate dan abukan kembali pada suhu 550° C sampai berat konstan. Suhu pengabuan diturunkan menjadi  $\pm$  40° C lalu dipindahkan ke cawan abu porselin dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang beratnya (B g) segera setelah dingin.

Perhitungan kadar abu pelet ikan dilakukan dengan menggunakan rumus berikut ini.

$$\% \text{ kadar abu} = \frac{B-A}{\text{Berat sampel pelet (g)}} \times 100 \%$$

Keterangan :

A: berat cawan porselin, dinyatakan dalam g;

B: berat cawan dengan abu, dinyatakan dalam g.

### **3.3.5.2 Pengukuran Kadar Air dengan Metode SNI 01-4087-2006**

Oven dikondisikan pada suhu yang akan digunakan hingga mencapai kondisi stabil. Cawan kosong dimasukkan ke dalam oven minimal 2 jam. Cawan kosong dipindahkan ke dalam desikator sekitar 30 menit sampai mencapai suhu ruang dan timbang bobot kosong (A g). Sampel pelet yang telah dihaluskan sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam cawan (B g). Cawan yang telah diisi dengan sampel pelet dimasukkan ke dalam oven vakum pada suhu 95°C-100°C, dengan tekanan udara tidak lebih dari 100 mmHg selama 5 jam atau dimasukkan ke dalam oven tidak vakum pada suhu 105°C selama 16 jam-24 jam. Cawan

dipindahkan dengan menggunakan alat penjepit ke dalam desikator selama  $\pm 30$  menit kemudian ditimbang (C g).

Kadar air pada pelet ikan dihitung menggunakan rumus berikut ini.

$$\% \text{ kadar air} = \frac{B-C}{B-A} \times 100 \%$$

Keterangan :

A: berat cawan kosong (g)

B: berat cawan + sampel pelet awal (g)

C: berat cawan + sampel pelet kering (g)

### 3.3.5.3 Pengukuran Kadar Lemak dengan Metode SNI 01-4087-2006

Labu alas bulat kosong (A g) ditimbang untuk mendapatkan berat awal. Sebanyak 2 gram sampel pelet yang telah homogen ditimbang (B g) dan dimasukkan ke dalam selongsong lemak. Selanjutnya, dimasukkan 150 ml *Chloroform* ke dalam labu alas bulat dan selongsong lemak ke dalam *extractor soxhlet* dan pasang rangkaian *soxhlet* dengan benar. Ekstraksi dilakukan pada suhu 60°C selama 8 jam. Campuran lemak dan *chloroform* di evaporasi dalam labu alas bulat sampai kering. Labu alas bulat yang berisi lemak dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama  $\pm 2$  jam untuk menghilangkan sisa *chloroform* dan uap air. Labu dan lemak didinginkan di dalam desikator selama 30 menit. Berat labu alas bulat yang berisi lemak ditimbang (C g) sampai berat konstan. Kadar lemak pada pelet ikan dihitung menggunakan rumus berikut ini.

$$\% \text{ Lemak total} = \frac{(C-A) \times 100\%}{B}$$

Keterangan :

A: berat labu alas bulat kosong (g)

B: berat contoh (g)

C: berat labu alas bulat dan lemak hasil ekstraksi (g)

### 3.3.5.4 Pengukuran Kadar Protein

Prosedur pelaksanaan kandungan protein menggunakan metode Kjeldahl sebagai berikut: sampel ditimbang, sebanyak 0,5 g ke dalam gelas piala 500 ml, tambahkan 0,1 g selenium *reagent mixture* dan 25 ml  $H_2SO_4$ . Kemudian, di panaskan pada *hotplate* dengan suhu  $350^{\circ}C$  dalam lemari asam hingga asap putih dan ekstrak berwarna jernih. Angkat dan dinginkan dalam lemari asam. Setelah ekstrak dingin, ekstrak sampel diencerkan hingga 250 ml dengan menggunakan akuades, tambahkan 1 ml indikator pp 0,1 % dan NaOH 30% hingga pH basa (berwarna ungu), masukkan dalam labu destilasi. Penampung yang telah diisi 20 ml asam borat 1% disiapkan. Destilasi segera dilakukan hingga diperoleh total volume destilasi 100 ml. Hasil destilasi kemudian ditambahkan indikator Conway (*bromocresol green*) sebanyak 3-4 tetes hingga berwarna hijau yang menandakan ekstrak sampel mengandung protein. Kemudian titrasi dengan HCl 0,01 N hingga berwarna ungu, dan dicatat volume titrasi (BBLK, 2014). Analisis kandungan kadar protein dengan menggunakan metode Kjeldahl (BBLK, 2014):

$$N (\%) = \frac{(V_a - V_b) \text{ HCl} \times N \text{ HCl} \times 14,007}{W} \times 100\%$$

$$\text{Protein} (\%) = N (\%) \times 6,25$$

Keterangan:

$V_a$  = ml HCl untuk titrasi sampel

$V_b$  = ml HCl untuk titrasi blanko

N = Normalitas HCl standar yang digunakan

14,007 = Berat atom nitrogen

6,25 = Faktor konversi protein untuk ikan

W = Berat sampel (mg)

### 3.3.5.6 Pengukuran Kadar Serat Kasar dengan Metode SNI 01-2891-1992

Prinsip dari pengukuran kadar serat kasar ini adalah ekstraksi sampel dengan asam dan basa untuk memisahkan serat

kasar dari kandungan zat lain. Pengukuran kadar serat kasar dimulai dengan menimbang 2 gram sampel, kemudian lemaknya dilepaskan melalui ekstraksi dengan ekstraktor Soxhlet. Selanjutnya, sampel dikeringkan dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 ml. Larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1,25% sebanyak 50 ml ditambahkan ke dalam sampel dan dididihkan selama 30 menit dengan menggunakan pendingin tegak. Kemudian, ditambahkan 50 ml  $\text{NaOH}$  3,25% dan dididihkan lagi selama 30 menit. Campuran sampel disaring dengan corong Bucher yang berisi kertas saring Whatman 541 yang telah diketahui bobotnya. Endapan yang terdapat pada kertas saring dicuci berturut-turut dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1,25% panas, air panas dan etanol 96%. Kertas saring beserta isinya diangkat, dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu  $105^\circ\text{C}$  sampai berat tetap. Kemudian, kertas saring beserta isinya diabukan pada suhu  $130^\circ\text{C}$  selama 2 jam sampai menjadi abu. Abu yang terbentuk ditimbang. Persentase kadar serat kasar dihitung menggunakan rumus berikut ini (SNI 01-2891-1992):

$$\% \text{ Serat kasar} = \frac{w_1 - w_2}{w} \times 100 \%$$

Keterangan:

- w = bobot sampel (gram)
- w<sub>1</sub> = bobot kertas saring dan endapan sebelum diabukan (gram)
- w<sub>2</sub> = bobot kertas saring dan endapan hasil pengabuan (gram)

### 3.3.5.7 Pengukuran Kadar Karbohidrat SNI 01-2891-1992

Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi tubuh. Penentuan kadar karbohidrat dapat dilakukan dengan metode luff schoorl SNI 01-2891-1992, yaitu hidrolisis karbohidrat menjadi monosakarida yang dapat mereduksi  $\text{Cu}^{2+}$  menjadi  $\text{Cu}^{1+}$ . Monosakarida bebas akan mereduksi larutan basa dari garam logam menjadi bentuk oksida atau bentuk bebasnya. Kelebihan  $\text{Cu}^{2+}$  yang tidak tereduksi kemudian dikuantifikasi dengan titrasi

iodometri. Penentuan kandungan karbohidrat dimulai dengan menimbang 5 gram sampel dalam Erlenmeyer 500 ml. Larutan HCl 3% sebanyak 200 ml ditambahkan pada Erlenmeyer, dipasang pada pendingin tegak dan dididihkan selama 3 jam. Selanjutnya, didinginkan dan dinetralkan dengan larutan NaOH 30% dan tambahkan sedikit  $\text{CH}_3\text{COOH}$  3% agar suasana larutan agak sedikit asam. Campuran tersebut dipindahkan ke dalam labu ukur 500 ml dan disaring. Sebanyak 10 ml saringan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 ml, ditambahkan 25 ml larutan Luff dan beberapa butir batu didih serta 15 ml aquades. Selanjutnya dipanaskan hingga mendidih selama 10 menit dan setelah mendidih didinginkan dalam wadah berisi air es. Setelah dingin ditambahkan 15 ml larutan KI 20% dan 25 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  25% secara perlahan. Selanjutnya dilakukan titrasi dengan larutan tio 0,1 N sampai terbentuk warna merah muda dan dilakukan perhitungan. Berikut ini adalah rumus perhitungan kadar karbohidrat SNI 01-2891-1992:

Kadar glukosa	: $(W1 \times \text{faktor pengenceran}) / W \times 100\%$
Kadar karbohidrat	: $0,90 \times \text{kadar glukosa}$

Keterangan: W	: berat sampel (mg)
W1	: glukosa yang terkandung dalam larutan tio (mg)

### 3.3.6 Analisis Proksimat Daging Ikan Lele Dumbo

Analisis proksimat dimulai dengan preparasi sampel daging ikan lele dumbo. Daging ikan sebanyak 2 gram dilumatkan hingga homogen dan dimasukkan ke dalam wadah plastik atau gelas yang bersih dan bertutup. Pada saat akan dilakukan analisa, sampel daging ikan dikondisikan pada suhu ruang dan dipastikan sampel tetap homogen sebelum ditimbang, jika terjadi pemisahan cairan dan padatan dalam contoh maka perlu diaduk ulang dengan blender.

### 3.3.6.1 Pengukuran Kadar Abu dengan Metode SNI 01-4087-2006

Pertama, cawan abu porselin kosong dimasukkan ke dalam tungku pengabuan. Suhu dinaikkan secara bertahap sampai mencapai suhu 550°C. Suhu dipertahankan pada suhu 550° C ± 5° C selama 1 malam. Kemudian, suhu pengabuan diturunkan menjadi 40° C, cawan abu porselin dikeluarkan dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Berat cawan abu porselin kosong ditimbang (A g). Pada cawan abu porselin dimasukkan 2 gram sampel pelet yang telah dihomogenkan. Kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 100° C selama 24 jam. Cawan abu porselin dipindahkan ke tungku pengabuan dan dinaikkan temperaturnya secara bertahap sampai suhu mencapai 550° C ± 5° C. Pertahankan selama 8 jam/semalam sampai diperoleh abu berwarna putih. Setelah selesai, tungku pengabuan diturunkan suhunya menjadi sekitar 40° C, cawan porselin dikeluarkan menggunakan penjepit dan dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit. Bila abu belum benar-benar putih harus dilakukan pengabuan kembali. Basahi atau lembabkan abu dengan aquades secara perlahan, dikeringkan pada hot plate dan abukan kembali pada suhu 550° C sampai berat konstan. Suhu pengabuan diturunkan menjadi ± 40° C lalu dipindahkan ke cawan abu porselin dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang beratnya (B g) segera setelah dingin.

Kadar abu yang terkandung dalam daging ikan lele dumbo dihitung menggunakan rumus dibawah ini.

$$\% \text{ kadar abu} = \frac{B-A}{\text{Berat sampel daging (g)}} \times 100 \%$$

Keterangan :

A: berat cawan porselin, dinyatakan dalam g;

B: berat cawan dengan abu, dinyatakan dalam g.

### 3.3.6.2 Pengukuran Kadar Air dengan Metode SNI 01-4087-2006

Oven dikondisikan pada suhu yang akan digunakan hingga mencapai kondisi stabil. Cawan kosong dimasukkan ke dalam oven minimal 2 jam. Cawan kosong dipindahkan ke dalam desikator sekitar 30 menit sampai mencapai suhu ruang dan timbang bobot kosong (A g). Sampel pelet yang telah dihaluskan sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam cawan (B g). Cawan yang telah diisi dengan sampel pelet dimasukkan ke dalam oven vakum pada suhu 95°C-100°C, dengan tekanan udara tidak lebih dari 100 mmHg selama 5 jam atau dimasukkan ke dalam oven tidak vakum pada suhu 105°C selama 16 jam-24 jam. Cawan dipindahkan dengan menggunakan alat penjepit ke dalam desikator selama  $\pm 30$  menit kemudian ditimbang (C g).

Kadar air yang terkandung dalam daging ikan lele dumbo dihitung menggunakan rumus berikut ini.

$$\% \text{ kadar air} = \frac{B-C}{B-A} \times 100 \%$$

Keterangan :

A: berat cawan kosong (g)

B: berat cawan + sampel pelet awal (g)

C: berat cawan + sampel pelet kering (g)

### 3.3.6.3 Pengukuran Kadar Lemak dengan Metode SNI 01-4087-2006

Labu alas bulat kosong (A g) ditimbang untuk mendapatkan berat awal. Sebanyak 2 gram sampel yang telah homogen ditimbang (B g) dan dimasukkan ke dalam selongsong lemak. Selanjutnya, dimasukkan 150 ml *Chloroform* ke dalam labu alas bulat dan selongsong lemak ke dalam *extractor soxhlet* dan pasang rangkaian *soxhlet* dengan benar. Ekstraksi dilakukan pada suhu 60°C selama 8 jam. Campuran lemak dan *chloroform* di evaporasi dalam labu alas bulat sampai kering. Labu alas bulat yang berisi lemak dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama  $\pm 2$  jam untuk menghilangkan sisa *chloroform* dan uap air.



Labu dan lemak didinginkan di dalam desikator selama 30 menit. Berat labu alas bulat yang berisi lemak ditimbang (C g) sampai berat konstan.

Kadar lemak total yang terkandung dalam daging ikan lele dumbo dihitung menggunakan rumus berikut ini.

$$\% \text{ Lemak total} = \frac{(C-A) \times 100\%}{B}$$

Keterangan :

A: berat labu alas bulat kosong (g)

B: berat contoh (g)

C: berat labu alas bulat dan lemak hasil ekstraksi (g)

### 3.3.6.4 Pengukuran Kadar Protein dengan Metode SNI 01-4087-2006

Prosedur pelaksanaan kandungan protein menggunakan metode Kjeldahl sebagai berikut: sampel ditimbang sebanyak 0,5 g ke dalam gelas piala 500 ml, ditambahkan 0,1 g selenium *reagent mixture* dan 25 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Kemudian, dipanaskan pada *hotplate* dengan suhu  $350^\circ\text{C}$  dalam lemari asam hingga asap putih dan ekstrak berwarna jernih. Selanjutnya, diangkat dan dinginkan dalam lemari asam. Setelah ekstrak dingin, ekstrak sampel diencerkan hingga 250 ml dengan menggunakan akuades, tambahkan 1 ml indikator pp 0,1 % dan NaOH 30% hingga pH basa (berwarna ungu), masukkan dalam labu destilasi. Siapkan penampung yang telah diisi 20 ml asam borat 1%. Destilasi segera dilakukan hingga diperoleh total volume destilasi 100 ml. Hasil destilasi kemudian ditambahkan indikator Conway (*bromocresol green*) sebanyak 3-4 tetes hingga berwarna hijau yang menandakan ekstrak sampel mengandung protein. Kemudian titrasi dengan HCl 0,01 N hingga berwarna ungu, dan catat volume titrasi (BBLK, 2014).

Analisis kandungan kadar protein dengan menggunakan metode Kjeldahl (BBLK, 2014):

$$N (\%) = \frac{(V_a - V_b) \text{ HCl} \times N \text{ HCl} \times 14,007}{W} \times 100\%$$

$$\text{Protein} (\%) = N (\%) \times 6,25$$

Keterangan:

$V_a$  = ml HCl untuk titrasi sampel

$V_b$  = ml HCl untuk titrasi blanko

$N$  = Normalitas HCl standar yang digunakan

14,007 = Berat atom nitrogen

6,25 = Faktor konversi protein untuk ikan

$W$  = Berat sampel (mg)

### **3.3.6.5 Pengukuran Kadar Serat Kasar dengan Metode SNI 01-2891-1992**

Prinsip dari pengukuran kadar serat kasar ini adalah ekstraksi sampel dengan asam dan basa untuk memisahkan serat kasar dari kandungan zat lain. Pengukuran kadar serat kasar dimulai dengan menimbang 2 gram sampel, kemudian lemaknya dilepaskan melalui ekstraksi dengan cara Soxhlet. Selanjutnya, sampel dikeringkan dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 ml. Larutan  $H_2SO_4$  1,25% sebanyak 50 ml ditambahkan ke dalam sampel dan dididihkan selama 30 menit dengan menggunakan pendingin tegak. Kemudian, ditambahkan 50 ml NaOH 3,25% dan dididihkan lagi selama 30 menit. Campuran sampel disaring dengan corong Bucher yang berisi kertas saring Whatman 541 yang telah diketahui bobotnya. Endapan yang terdapat pada kertas saring dicuci berturut-turut dengan  $H_2SO_4$  1,25% panas, air panas dan etanol 96%.

### **3.3.6.6 Pengukuran Kadar Karbohidrat**

Penentuan kandungan karbohidrat dimulai dengan menimbang 5 gram sampel dalam Erlenmeyer 500 ml. Larutan HCl 3% sebanyak 200 ml ditambahkan pada Erlenmeyer, dipasang pada pendingin tegak dan dididihkan selama 3 jam.

Selanjutnya, didinginkan dan dinetralkan dengan larutan NaOH 30% dan tambahkan sedikit  $\text{CH}_3\text{COOH}$  3% agar suasana larutan agak sedikit asam. Campuran tersebut dipindahkan ke dalam labu ukur 500 ml dan disaring. Sebanyak 10 ml saringan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 ml, ditambahkan 25 ml larutan Luff dan beberapa butir batu didih serta 15 ml aquades. Selanjutnya dipanaskan hingga mendidih selama 10 menit dan setelah mendidih didinginkan dalam wadah berisi air es. Setelah dingin ditambahkan 15 ml larutan KI 20% dan 25 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  25% secara perlahan. Selanjutnya dilakukan titrasi dengan larutan tio 0,1 N sampai terbentuk warna merah muda dan dilakukan perhitungan. Berikut ini adalah rumus perhitungan kadar karbohidrat SNI 01-2891-1992:

Kadar glukosa :  $(W1 \times \text{faktor pengenceran}) / W \times 100\%$

Kadar karbohidrat :  $0,90 \times \text{kadar glukosa}$

Keterangan: W : berat sampel (mg)

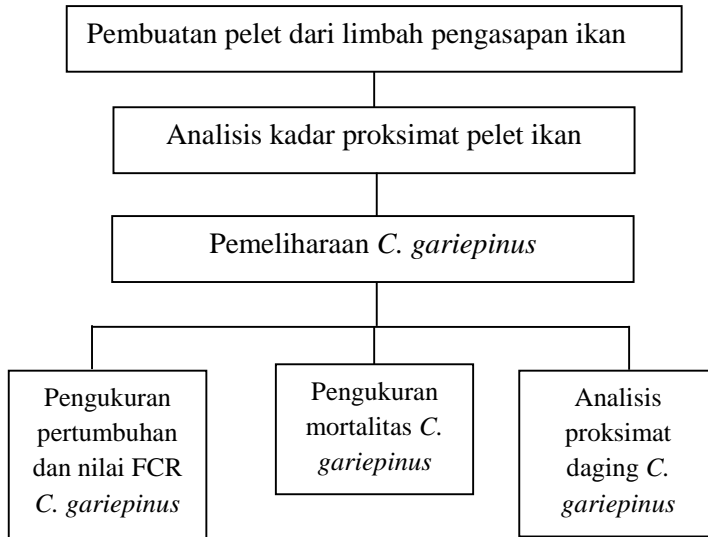
W1 : glukosa yang terkandung dalam larutan  
tio (mg)

### 3.3.7 Perhitungan Kandungan Proksimat Pelet Ikan dengan Metode *Trial and Error*

Metode *Trial and Error* merupakan metode yang banyak digunakan oleh pembuat pakan skala kecil dimana metode ini relatif sangat mudah dalam membuat formulasi pakan ikan. Perhitungan dilakukan dengan cara mengalikan antara komposisi bahan baku dengan kandungan nutrisi bahan baku (Gusrina, 2008).

### 3.4 Rancangan Penelitian dan Analisis Data

#### 3.4.1 Rancangan penelitian



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak lengkap (RAL) dengan pola satu faktorial. Faktornya adalah kombinasi bahan berupa limbah ikan dan bahan dasar dengan konsentrasi limbah ikan sebesar 90%, 60%, 30% dan 0% (tanpa limbah ikan) serta pelet ikan komersial sebagai kontrol.

#### 3.4.2 Analisa Data

##### 3.4.2.1 Analisa Data

Data hasil pengamatan pertumbuhan yakni berat dan panjang ikan *C. gariepinus* dan Konversi Pakan (FCR) dianalisa dengan menggunakan *ANOVA One Way* menggunakan program SPSS untuk mengetahui pengaruh kombinasi bahan pelet terhadap pertumbuhan dan kadar proksimat ikan *C. gariepinus*.

### 3.4.2.2 Pengukuran Pertumbuhan *C. gariepinus*

Pertumbuhan dapat dirumuskan sebagai pertambahan ukuran panjang atau berat pada periode waktu tertentu (Effendi, 2002). Untuk mengetahui pertumbuhan yang terjadi pada *C. gariepinus* dilakukan penghitungan rata-rata pertumbuhan panjang dan berat dari ikan *C. gariepinus* pada setiap perlakuan.

Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung pertumbuhan panjang ikan *C. gariepinus*.

Rata-rata pertumbuhan panjang ikan:

$$P = L_t - L_o$$

Keterangan:

P = Pertambahan panjang ikan (cm).

$L_t$  = Panjang rata-rata ikan pada akhir (cm).

$L_o$  = Panjang rata-rata ikan pada awal (cm) (Effendi, 2002).

Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung pertambahan berat ikan *C. gariepinus*.

Rata-rata pertambahan berat ikan:

$$B = W_t - W_o$$

Keterangan:

B = Pertambahan berat (gram).

$W_t$  = Berat rata-rata ikan akhir (gram).

$W_o$  = Berat rata-rata ikan awal (gram) (Effendi, 2002).

### 3.4.2.3 Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup ikan (*survival rate*) adalah tingkat kehidupan ikan dari penebaran hingga akhir pemeliharaan. Metode umum yang digunakan untuk memperkirakan tingkat kelangsungan hidup adalah dengan membandingkan jumlah ikan yang hidup pada suatu periode dengan jumlah ikan yang hidup pada awal periode (Susanti, 2003). Semakin baik metabolisme dalam tubuh ikan, maka selera makan meningkat, daya tahan tubuh ikan terhadap pengaruh lingkungan sekitarnya akan semakin baik, sehingga tingkat kelangsungan hidup ikan semakin

tinggi (Hidayat *et al.*, 2012). Tingkat kelangsungan hidup ikan diukur dengan rumus:

$$SR : \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan:

SR= Survival rate (tingkat kelangsungan hidup) (%).

Nt = Jumlah ikan diawal penelitian.

No= Jumlah ikan diakhir penelitian (Effendi, 2002).

### 3.4.2.4 Konversi Pakan

Perbedaan nilai konversi pakan (*FCR: Feed Conversion Ratio*) dari tiap perlakuan memperlihatkan perbedaan kualitas pakan yang digunakan. Pakan yang banyak mengandung nutrisi akan menjadi salah satu pemacu pertumbuhan ikan. Keadaan lingkungan, kualitas dan kuantitas pakan serta kondisi ikan itu sendiri mempengaruhi pertumbuhan ikan, dan memiliki kaitan dengan tinggi rendahnya konversi pakan yang dihasilkan (Madinawati *et al.*, 2011). Semakin rendah nilai konversi pakan, semakin sedikit yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg daging ikan. Artinya, semakin efisien pakan tersebut diubah menjadi daging, (Effendie, 2002). Rumus untuk menghitung konversi pakan (Florence dan Ibe, 2013) yaitu :

$$\text{Rasio Konversi Pakan (FCR)} = \frac{F}{\text{Total pertambahan berat ikan}}$$

Keterangan: F : Jumlah pakan yang diberikan (gram)



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Proksimat Pada Pelet Ikan

Analisis proksimat merupakan suatu metode analisis kimia untuk mengidentifikasi kandungan zat makanan dari suatu bahan pangan atau produk pangan, termasuk pelet ikan. Analisis proksimat menganalisis beberapa komponen seperti air, abu, protein, lemak, dan serat kasar (Miller, 2012). Hasil dari analisis proksimat dari suatu bahan pangan atau produk pangan dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi terhadap produk pelet yang telah diproduksi, apakah produk pelet tersebut telah memenuhi standar nutrisi yang telah ditentukan atau belum (Hidayah, 2015).

Kandungan proksimat pelet ikan dapat diketahui melalui uji laboratorium dan metode perhitungan. Berikut ini adalah hasil analisis proksimat dari pelet ikan yang dibuat dari limbah pengasapan ikan dengan beberapa kombinasi yang berbeda melalui uji laboratorium (Tabel 4.1.1).

Tabel 4.1.1 Kadar proksimat pada pelet dari limbah pengasapan ikan melalui uji laboratorium.

Komposisi	K.0 (%)	K.1 (%)	K.2 (%)	K.3 (%)	K.4 (%)	SNi (%)
Protein	30,53	23,66	28,51	30,63	34,73	>25
Lemak	13,47	9,38	8,92	8,56	8,35	>5
Air	8,03	10,66	10,40	9,46	8,52	<12
Abu	8,89	6,63	7,66	9,94	11,87	<13
Serat	7,23	8,27	7,96	7,78	6,44	<8
Karbohidrat	31,71	33,64	27,77	25,79	20,38	-
Ca	0,14	7,76	8,78	7,84	9,71	-

Keterangan: K.0 = Kontrol (Pelet Komersial); K.1 = Kombinasi 1 (limbah ikan 0%); K.2 = Kombinasi 2 (limbah ikan 30%); K.3 = Kombinasi 3 (limbah ikan 60%); K.4 = Kombinasi 4 (limbah ikan 90%). (Hasil uji Unit Pengujian Veteriner dan Analisis Pakan, Universitas Airlangga).



Kandungan proksimat pada penelitian ini juga dihitung menggunakan metode *trial and error* (Gusrina, 2008). Metode ini merupakan metode yang banyak digunakan oleh pembuat pakan skala kecil dimana metode ini relatif sangat mudah dalam membuat formulasi pakan ikan. Perhitungan dilakukan dengan cara mengalikan antara komposisi bahan baku dengan kandungan nutrisi bahan baku. Berikut ini adalah kandungan proksimat pelet dari limbah pengasapan ikan dari hasil perhitungan Tabel 4.1.2.

Tabel 4.1.2 Kadar proksimat pada pelet dari limbah pengasapan ikan melalui perhitungan menggunakan metode *trial and error*.

Komposisi	K.1 (%)	K.2 (%)	K.3 (%)	K.4 (%)
Protein	21,87	26,00	30,16	34,30
Lemak	7,80	7,75	7,69	7,65
Air	11,04	10,53	10,43	10,32
Abu	5,28	7,21	9,13	11,06
Serat	9,13	8,41	7,69	6,97
Karbohidrat	38,13	32,35	26,74	21,05
Ca	6,75	7,75	8,16	8,65

Keterangan: K.1 = Kombinasi 1 (limbah ikan konsentrasi 0%); K.2 = Kombinasi 2 (limbah ikan konsentrasi 30%); K.3 = Kombinasi 3 (limbah ikan konsentrasi 60%); K.4 = Kombinasi 4 (limbah ikan konsentrasi 90%).

#### a. Protein

Protein merupakan nutrisi yang sangat dibutuhkan ikan untuk tumbuh (Amoah, 2012). Protein menjadi sumber energi utama karena protein diperlukan dalam pakan untuk pertumbuhan dan perbaikan jaringan yang rusak (Gusrina, 2008). Pakan buatan merupakan salah satu sumber protein utama pada budidaya ikan. Kandungan protein dalam pakan ikan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah tingkat protein pada bahan pakan ikan yang digunakan (Cho & Lovell, 2004).

Kadar protein tertinggi terdapat pada pelet K.4 sebesar 34,73%. Kadar protein tertinggi selanjutnya adalah pelet K.3, K.0, K.2 dan K.1 yaitu 30,63%, 30,53%, 28,51% dan 23,66%. Kandungan protein pada pelet dapat dipengaruhi oleh kandungan protein pada bahan baku yang digunakan. Pada penelitian ini kandungan protein pada masing-masing bahan pakan yang digunakan yaitu limbah ikan 35,68%; tepung keong sawah 40,43%; dedak 11,32% dan tepung tapioka 0,4%. Limbah pengasapan ikan dan tepung keong sawah menjadi sumber protein utama dari pelet ikan karena memiliki kandungan protein yang tinggi. Pelet K.4 memiliki kandungan protein tertinggi karena pada komposisinya terdapat 90% limbah pengasapan dimana kandungan proteinnya sebesar 35,68%. Sedangkan pelet K.1 memiliki kadar protein terendah walaupun pada komposisinya mengandung 50% tepung keong dengan kadar protein 40,43%. Hal ini dapat disebabkan karena pada komposisinya tidak mengandung limbah ikan yang menjadi salah satu sumber protein utamanya.

Kandungan protein pada pelet K.1, K.2, K.3 dan K.4 (Tabel 4.1.1) berbanding lurus dengan konsentrasi limbah ikan. Semakin tinggi konsentrasi limbah pengasapan ikan maka semakin tinggi pula kandungan protein pada pelet tersebut. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa kandungan protein pada pelet ikan dipengaruhi oleh bahan pakan yang digunakan (Cho dan Lovell, 2004).

Hasil perhitungan kadar protein pada pelet K1, K2, K3 dan K4 (Tabel 4.1.2) memiliki perbedaan dengan kadar protein hasil analisis. Kadar protein hasil perhitungan pada pelet K.1, K.2, K.3 dan K.4 adalah 21,87%, 26%, 30,16%, dan 34,30%. Kadar protein pelet berdasarkan hasil analisis memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan hasil perhitungan. Perbedaan ini dapat terjadi karena perlakuan-perlakuan yang dilakukan saat pembuatan pelet. Pada penelitian ini dilakukan perlakuan fermentasi adonan pelet menggunakan ragi tempe. Proses fermentasi ini dapat mempengaruhi kandungan protein dalam

pelet ikan yang dibuat. Menurut Mukherjee *et al.*, (2016), fermentasi dapat meningkatkan kandungan nutrisi dari suatu pakan dengan meningkatkan kandungan lemak, protein, abu dan bahan kering. Fermentasi diketahui dapat meningkatkan kandungan peptida dalam ukuran kecil ( $>15\text{kD}$ ) (Hirabayashi *et al.*, 1998).

Peningkatan kandungan protein saat proses fermentasi ini disebabkan karena ragi tempe (*Rhizopus sp*) yang digunakan untuk fermentasi dapat menghasilkan enzim protease (Hsiao *et al.*, 2014). Protease adalah enzim yang mengkatalisis hidrolisis ikatan peptida menjadi oligopeptida pendek dan asam amino bebas (López-Otín & Bond, 2008). Peptida dan asam amino bebas tersebut lebih mudah diserap tubuh dibandingkan dengan rantai panjang protein. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hong *et al.*, (2004) mengenai kandungan pakan dari kacang kedelai yang difermentasi, proses fermentasi dapat meningkatkan kandungan protein dari pakan kedelai yang telah difermentasi hingga 10%.

Berdasarkan SNI 01-4087-2006 mengenai standar mutu untuk pakan ikan lele dumbo, pelet K.4, K.0, K.3 dan K.2 telah memenuhi standar kadar protein yang telah ditetapkan yaitu minimal 28% untuk masa pembesaran (BSN, 2006). Sedangkan pelet K.1 belum memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan karena kadar proteinnya dibawah 28%.

#### b. Lemak

Lemak merupakan suatu zat yang tersusun atas tiga asam lemak yang berikatan dengan gliserol dan berfungsi untuk mensuplai kalori pada tubuh. Lemak dapat ditemukan dalam bentuk padat maupun *liquid* (Rittner & McCabe, 2004). Penggunaan lemak pada pakan ikan dapat meningkatkan palatabilitas pakan (respon hewan ternak terhadap pakan yang diberikan). Tingkat kadar lemak yang digunakan dalam pakan ikan bergantung pada kualitas daging yang diinginkan. Kadar lemak yang berlebih pada pakan dapat menyebabkan penumpukan lemak berlebihan dalam rongga tubuh dan jaringan

yang dapat mempengaruhi metabolisme tubuh (Robinson *et al.*, 2001).

Kandungan lemak tertinggi terdapat pada pelet K.1 dengan kadar lemak sebesar 9,38%. Selanjutnya diikuti oleh pelet K.2, K.3 dan K.4 dengan kadar lemak sebesar 8,92%, 8,56% dan 8,35% (Tabel 4.1.1.1). Kandungan lemak ini dipengaruhi oleh kandungan lemak yang terkandung dalam bahan pakan yang digunakan. Kandungan lemak dalam bahan pakan yang digunakan yaitu limbah ikan sebesar 7,63%; tepung keong sawah sebesar 4,18%; dedak halus sebesar 12,15% dan tepung tapioka sebesar 0,54%. Sumber lemak utama dari pelet ikan yang dibuat berasal dari dedak karena mengandung kadar lemak yang paling tinggi dibandingkan dengan bahanpakan lain yang digunakan. Pada pelet K.1 memiliki kadar lemak tertinggi karena memiliki komposisi dedak tertinggi dibandingkan dengan pelet yang lain.

Hasil perhitungan kadar lemak pada pelet K1, K2, K3 dan K4 (Tabel 4.1.1.2) memiliki perbedaan dengan kadar lemak hasil analisis. Kadar lemak hasil perhitungan pada pelet K.1, K.2, K.3 dan K.4 adalah 7,80%, 7,75%, 7,69%, dan 7,65%. Hasil analisis menunjukkan kadar lemak yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil perhitungan. Perbedaan ini dapat terjadi karena adanya pengaruh dari perlakuan yang dilakukan selama pembuatan pelet. Salah satu perlakuan yang dapat mempengaruhi kandungan lemak dalam pakan ikan yang dibuat adalah fermentasi. Fermentasi dapat meningkatkan kandungan nutrisi dari suatu pakan dengan meningkatkan kandungan lemak, protein, dan bahan kering (Mukherjee *et al.*, 2016). Peningkatan kandungan lemak ini disebabkan karena aktivitas metabolik dari mikroorganisme menghasilkan asam lemak rantai pendek seperti laktat, asetat, butirrat, format dan asam propionate (Kohajdova & Karavicova, 2007).

Menurut SNI 01-4087-2006 tentang standar mutu untuk pakan ikan lele dumbo, kadar lemak minimal pada pelet ikan untuk masa pembesaran adalah sebesar 5% (BSN, 2006). Berdasarkan standar tersebut maka pelet ikan K.1, K.2, K.3 dan

K.4 telah memenuhi standar mutu pakan ikan lele dumbo dengan kadar lemak sebesar 9,38%, 8,92%, 8,56% dan 8,35%.

#### c. Serat Kasar

Serat merupakan komponen non nutritif yang terdapat pada pakan ikan (Robinson *et al.*, 2001). Serat pada pakan ikan digunakan sebagai *filler* atau komponen tambahan (Abowei & Enkubo, 2011). Walaupun serat tidak memiliki fungsi penting untuk ikan, kandungan serat dalam pakan ikan harus tetap ada. Kandungan serat yang rendah dalam pakan berfungsi dalam mengikat air dalam saluran pencernaan dan memfasilitasi perjalanan ingesta dalam saluran pencernaan pada tingkat yang optimal sehingga pencernaan dan penyerapan nutrisi dapat lebih baik (Li *et al.*, 2012). Kandungan serat dalam pakan ikan tidak boleh lebih dari 8-12%. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi kandungan serat dalam pakan akan mengurangi daya cerna ikan terhadap komponen nutrisi lain yang mengakibatkan rendahnya tingkat pertumbuhan ikan (Abowei & Enkubo, 2011).

Kandungan serat tertinggi terdapat pada pelet K.1 dengan kadar serat sebesar 8,27 %, diikuti dengan pelet K.2, K.3 dan K.0 dengan kadar serat kasar 7,96%, 7,78% dan 7,23% (Tabel 4.1.1). Kandungan serat terendah terdapat pada pelet K.4 dengan kadar serat sebesar 6,44%. Menurut SNI 01-4087-2006, kadar serat kasar maksimal pada pelet ikan untuk lele dumbo adalah sebesar 8%. Berdasarkan standar tersebut, pelet K.4, K.3, K.2 dan K.0 telah memenuhi standar yang telah ditetapkan karena kadar seratnya dibawah 8%. Sedangkan, pelet K.1 tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan karena kadar seratnya lebih dari 8%. Kadar serat dalam pelet K.1 yang melewati standar kadar serat kasar dalam pakan yang dibuat dapat disebabkan karena pengaruh dari komposisi bahan dan kandungan serat pada bahan pakan yang digunakan. Pada penelitian ini kandungan serat pada masing-masing bahan pelet yang digunakan yaitu limbah ikan 6,73%; tepung keong sawah 6,09%; dedak 13,16% dan tepung tapioka 1,1%. Sumber serat tertinggi dalam bahan pakan yang

digunakan berasal dari dedak. Komposisi dedak pada pelet K.1 yang tinggi yaitu mencapai 50% semakin meningkatkan kandungan serat kasar dalam pelet K.1. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa kandungan nutrisi dalam pakan ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kandungan nutrisi dari bahan yang digunakan (Cho dan Lovell, 2004).

Hasil perhitungan kadar serat pada pelet K1, K2, K3 dan K4 (Tabel 4.1.2) memiliki perbedaan dengan kadar serat hasil analisis. Kadar serat hasil perhitungan pada pelet K.1, K.2, K.3 dan K.4 adalah 9,13%, 8,41%, 7,69%, dan 6,97%. Kadar serat hasil perhitungan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil analisis yang dilakukan. Perbedaan ini dapat disebabkan karena pengaruh dari perlakuan yang dilakukan. Pada penelitian ini dilakukan perlakuan fermentasi yang dapat mempengaruhi kandungan nutrisi dalam pakan. Hal ini disebabkan karena ragi tempe (*Rhizopus* sp) yang digunakan untuk proses fermentasi menghasilkan enzim selulase yang dapat menghidrolisis selulosa yang terkandung dalam serat pakan dengan cara memutuskan ikatan glikosidik (Leiskayanti dkk, 2017; Kupski *et al.*, 2015). Hidrolisis selulosa ini menyebabkan berkurangnya kandungan serat kasar dalam pakan sehingga hasil analisis serat kasar lebih rendah dibandingkan hasil perhitungan.

#### d. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan merupakan senyawa organik yang tersusun dari atom karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O) dalam suatu perbandingan tertentu. Karbohidrat merupakan senyawa organik yang paling banyak ditemukan di alam. Karbohidrat pada umumnya terdapat pada gula, zat pati, selulosa dan zat-zat lain yang berhubungan (Robinson *et al.*, 2001). Karbohidrat adalah sumber energi yang murah dan dapat menggantikan protein yang mahal sebagai sumber energi sehingga dapat mengurangi harga pakan (Gusrina, 2008). Selain

itu dalam aplikasi pembuatan pakan, karbohidrat berfungsi untuk menjaga ketahanan dan stabilitas pakan dalam air (Gatlin, 2010).

Kadar karbohidrat tertinggi terdapat pada pelet K.1 dengan kadar karbohidrat sebesar 33,6%, kemudian diikuti pelet K.0, K.2 dan K.3 (Tabel 4.1.1) dengan kadar karbohidrat sebesar 31,71%, 27,77% dan 25,79%. Kadar karbohidrat terendah terdapat pada pelet K.1 dengan kadar sebesar 20,38%. Kandungan karbohidrat ini dipengaruhi oleh kandungan karbohidrat yang terkandung dalam bahan pakan yang digunakan. Kandungan karbohidrat dalam bahan pakan yang digunakan yaitu limbah ikan sebesar 19,15%; tepung keong sawah sebesar 20,19%; dedak halus sebesar 45,46% dan tepung tapioka sebesar 73,24%. Sumber karbohidrat utama dari pelet ikan yang dibuat berasal dari tepung tapioka dan dedak karena mengandung kadar karbohidrat yang tinggi dibandingkan dengan bahan pakan lain yang digunakan. Pada pelet K.1 memiliki kadar karbohidrat tertinggi karena memiliki komposisi tepung tapioka dan dedak tertinggi dibandingkan dengan pelet yang lain yaitu sebesar 10% dan 50%. Pelet K.4 memiliki kandungan karbohidrat terendah karena memiliki komposisi dedak dan tepung tapioka yang rendah yaitu 5% dan 1%.

Hasil perhitungan kadar karbohidrat pada pelet K1, K2, K3 dan K4 (Tabel 4.1.2) memiliki perbedaan dengan kadar protein hasil analisis. Kadar protein hasil perhitungan pada pelet K.1, K.2, K.3 dan K.4 adalah 38,13%, 32,35%, 26,74%, dan 21,05%. Kadar karbohidrat hasil perhitungan memiliki nilai lebih rendah dibandingkan dengan kadar karbohidrat hasil analisis. Hal ini dapat terjadi karena adanya faktor perlakuan berupa fermentasi dalam proses pembuatan pelet. Fermentasi ini menyebabkan terjadinya penurunan kadar karbohidrat dalam pelet ikan. Hal ini terjadi karena saat proses fermentasi jamur yang terdapat dalam ragi tempe akan memecah karbohidrat menjadi glukosa dan memanfaatkannya sebagai sumber energinya (Ahmed *et al.*, 2016). Pemecahan karbohidrat ini menyebabkan menurunnya kandungan karbohidrat dalam pakan.

Kebutuhan karbohidrat pada pakan ikan tergantung jenis ikannya. Ikan karnivora umumnya mempunyai kemampuan yang lebih rendah dalam memanfaatkan karbohidrat pakan dibandingkan dengan ikan omnivora atau herbivora. Secara umum kandungan karbohidrat pakan yang dapat dimanfaatkan secara optimal oleh ikan karnivora berkisar antara 10-20%; ikan omnivora dapat memanfaatkan karbohidrat pakan secara optimal pada tingkat 30-40% dalam pakannya (Gusrina, 2008). Menurut Ghufuran (2010), ikan lele membutuhkan karbohidrat antara 10-30%. Berdasarkan pernyataan tersebut maka pelet yang dibuat yaitu pelet K.1, K.2, K.3 dan K.4 sudah sesuai dengan kebutuhan pakan untuk ikan lele.

#### e. Air

Kadar air merupakan jumlah air yang terkandung dalam berbagai jenis produk dan bahan makanan. Analisis kadar air merupakan penentu penting dan digunakan secara luas dalam formulasi, pengolahan dan pengujian produk pangan (Nollet, 2004). Kandungan air dalam pakan memiliki peranan penting dalam proses metabolisme. Air berfungsi dalam proses hidrolisis protein dan lemak. Selain itu, air dalam pakan ikan juga berfungsi dalam pembentukan cairan tubuh (Lukita & Prayugo, 2007).

Kadar air adalah salah satu faktor penting dalam penentu kualitas produk pangan, penyimpanan produk dan daya tahan produk (Nielsen, 2010). Stabilitas kimiawi, fisika, dan mikrobial pada produk pangan dapat dipengaruhi oleh kandungan air. Kandungan air dalam pakan yang terlalu tinggi dalam pakan ikan akan menyebabkan tingginya pertumbuhan mikrobial (Nollet, 2004). Kandungan air yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan jamur dan dapat menyebabkan kontaminasi *mycotoxin* terhadap pakan (Nyong & Olubunmi, 2014). Kandungan air dalam pelet kering pada umumnya kurang dari 10% (Jobling *et al.*, 2001).

Kadar air tertinggi terdapat pada pelet K.1 dimana kadar airnya adalah sebesar 10,66% (Tabel 4.1.1). Kadar air tertinggi



selanjutnya terdapat pada pelet K.2 dan K.3 dengan kadar air sebesar 10,40% dan 9,46%. Kadar air terendah terdapat pada pelet K.4 dengan kadar air sebesar 8,52%. Kadar air yang terkandung dalam pelet ikan dipengaruhi oleh kandungan air pada bahan pelet yang digunakan. Pada penelitian ini kandungan air pada masing-masing bahan pakan yang digunakan yaitu limbah ikan 10,3%; tepung keong sawah 8,88%; dedak 12,60% dan tepung tapioka 7,68%. Pelet K.1 memiliki kadar air tertinggi karena dipengaruhi oleh komposisi bahan dan kandungan air dari bahan yang digunakan. Pada pelet K.1 memiliki komposisi dedak tertinggi yaitu sebesar 50%, dimana dedak ini memiliki kadar air tertinggi dibandingkan dengan bahan baku yang lain dengan nilai sebesar 12,60%. Hal ini yang menyebabkan kandungan air pada pelet K.1 memiliki kadar air tertinggi.

Hasil perhitungan kadar air pada pelet K1, K2, K3 dan K4 memiliki perbedaan dengan kadar air hasil analisis. Kadar air hasil perhitungan pada pelet K.1, K.2, K.3 dan K.4 adalah 11,04%, 10,53%, 10,43%, dan 10,32%. Kadar air hasil perhitungan memiliki kandungan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan kadar air hasil analisis. Perbedaan ini dapat disebabkan karena faktor perlakuan berupa pengeringan pelet ikan menggunakan oven. Pada saat pengeringan, kandungan air dan aktivitas air dalam pakan berkurang sehingga mikroorganisme tidak dapat tumbuh. Hal ini dapat membuat pakan ikan dapat bertahan lama (Jobling *et al.*, 2001).

Menurut SNI 01-4087-2006 tentang standar mutu untuk pakan ikan lele dumbo, kadar air maksimal yang terkandung dalam pelet ikan untuk masa pembesaran adalah sebesar 12%. Berdasarkan standar tersebut maka pelet K.1, K.2, K.3 dan K.4 telah memenuhi standar yang telah ditentukan karena kadar air yang terkandung dalam pelet kurang dari 12 %.

#### f. Kadar Abu

Abu adalah kelompok bahan yang heterogen, termasuk komponen anorganik yang tidak dapat terbakar dari bahan pakan.

Abu mengandung mineral seperti kalsium dan fosfor. Mineral yang terkandung dalam abu dimanfaatkan ikan untuk proses metabolisme, osmoregulasi dan pembentukan tulang (Robinson & Li, 2001). Seperti serat, kadar abu dalam pakan mempengaruhi proses pencernaan nutrisi dalam sistem pencernaan ikan. Pada pakan ikan, kadar abu harus dijaga tetap rendah, dan kandungannya dalam pakan tidak boleh melebihi 12% (de Silva & Anderson, 1994). Kandungan abu yang berlebihan dalam pakan ikan dapat menyebabkan berkurangnya daya cerna ikan terhadap komponen zat yang lain. Selain itu, kandungan abu berlebih yang tidak dicerna ikan akan keluar dalam bentuk feses dan dapat menyebabkan pencemaran air (Bhilave *et al.*, 2014).

Kandungan abu tertinggi terdapat pada pelet K.4 dengan kadar abu sebesar 11,87% (Tabel 4.1.1). Kadar abu tertinggi selanjutnya yaitu pelet K.3, K.0, dan K.2. dengan kadar abu sebesar 9,94%, 8,89%, dan 7,66%. Kadar abu terendah terdapat pada pelet K.1 dengan kadar abu sebesar 6,63%. Kadar abu yang terkandung dalam pelet ikan yang dibuat dipengaruhi oleh kandungan abu dari bahan pakan yang digunakan. Pada penelitian ini kandungan abu pada masing-masing bahan pakan yang digunakan yaitu limbah ikan 11,7%; tepung keong sawah 5,54%; dedak 6,1% dan tepung tapioka 0,1%. Bahan pakan yang mengandung kadar abu tertinggi adalah limbah ikan. Limbah ikan mengandung kadar abu yang tinggi karena pada limbah ikan yang digunakan terdapat tulang ikan. Menurut Hertramf & Felicitas (2000), menyebutkan bahwa semakin tinggi bagian tulang pada bahan baku akan menghasilkan tepung ikan yang memiliki kandungan abu yang tinggi.

Pelet K.4 memiliki kadar abu tertinggi karena dalam komposisinya terdapat 90% limbah ikan. Komposisi limbah ikan sebagai sumber utama kadar abu dalam pakan yang tinggi menyebabkan tingginya kandungan abu dalam pelet ikan yang dibuat. Sedangkan pelet K.4 memiliki kadar abu yang paling rendah karena dalam komposisinya hanya tersusun dari 5% dedak. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa

kandungan nutrisi dalam pakan ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kandungan nutrisi dari bahan yang digunakan (Cho dan Lovell, 2004).

Hasil perhitungan kadar abu pada pelet K1, K2, K3 dan K4 (Tabel 4.1.2) memiliki perbedaan dengan kadar abu hasil analisis. Kadar abu hasil perhitungan pada pelet K.1, K.2, K.3 dan K.4 adalah 5,28%, 7,21%, 9,13%, dan 11,06%. Kadar abu hasil analisis memiliki nilai kadar abu yang lebih tinggi dibandingkan hasil perhitungan. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh faktor perlakuan selama pembuatan pelet. Pada penelitian ini dilakukan perlakuan fermentasi yang dapat mempengaruhi kadar abu dalam suatu produk pangan. Menurut Mukherjee *et al.*, (2016), fermentasi dapat meningkatkan kandungan nutrisi dari suatu pakan dengan meningkatkan kandungan lemak, protein, dan bahan kering. Berdasarkan pernyataan tersebut maka dimungkinkan perbedaan kadar abu antara hasil perhitungan dan analisis dapat disebabkan oleh faktor perlakuan fermentasi tersebut.

Berdasarkan SNI 01-4087-2006 tentang standar mutu untuk pakan ikan lele dumbo, kadar abu maksimal yang terkandung dalam pelet ikan untuk masa pembesaran adalah sebesar 13%. Berdasarkan keterangan tersebut maka pelet K.1, K.2, K.3, dan K.4 telah memenuhi standar yang diberikan karena memiliki kadar abu kurang dari 13%.

#### 4.2 Analisa Proksimat Pada Daging Ikan *C. gariepinus*

Hasil analisa proksimat pada daging ikan *C. gariepinus* dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Kadar proksimat pada ikan *C. gariepinus* dari setiap perlakuan.

Komposisi	K.0 (Kontrol)	K.1 (0%)	K.2 (30%)	K.3 (60%)	K.4 (90%)	Depkes RI (%)
Protein	14,01	13,84	13,91	13,93	16,06	17
Lemak	6,07	5,52	4,62	4,03	3,46	4,5
Air	75,94	76,45	77,17	78,71	76,92	76
Abu	1,22	1,13	1,17	1,23	1,46	1
Serat	0,44	0,65	0,46	0,41	0,22	-
Karbohidrat	2,29	2,37	2,23	1,77	1,5	-
Ca	0,03	0,04	0,44	0	0,38	-

Keterangan: K.0 = Kontrol (Pelet Komersial); K.1 = Kombinasi 1 (limbah ikan konsentrasi 0%); K.2 = Kombinasi 2 (limbah ikan konsentrasi 30%); K.3 = Kombinasi 3 (limbah ikan konsentrasi 60%); K.4 = Kombinasi 4 (limbah ikan konsentrasi 90%). (Hasil uji Unit Pengujian Veteriner dan Analisis Pakan, Universitas Airlangga).

##### a. Protein

Protein adalah makromolekul yang menyusun sebagian besar bagian sel tubuh organisme (Fatchiyah dkk., 2011). Protein menyusun sekitar 70% dari berat kering dari otot ikan (Robinson *et al.*, 2001). Protein juga merupakan komponen utama reaksi biokimia dalam tubuh berupa protein fungsional seperti enzim, hormon dan antibodi (Fatchiyah dkk., 2011).

Kadar protein tertinggi terdapat pada daging ikan yang diberi pakan pelet K.4 dengan kandungan protein sebesar 16,06%. Selanjutnya diikuti daging ikan yang diberi pelet K.0, K.3, K.2 dan K.1 dengan kadar protein 14,01%, 13,93%, 13,91% dan 13,84% (Tabel 4.2). Berdasarkan Departemen Kesehatan Republik Indonesia (1991), ikan *C. gariepinus* yang memiliki kandungan protein terbaik terdapat pada perlakuan pemberian

pelet K.4 (limbah ikan 90%) karena menghasilkan kandungan protein pada daging ikan sebesar 16,09% yang mendekati standar kandungan protein sebesar 17 %.

Kandungan protein pada daging ikan dapat dipengaruhi oleh kandungan protein pada pakan (Webster *et al.*, 2004). Kandungan protein pada pakan ikan akan dicerna dan diserap dalam bentuk asam amino. Protein pada pakan ikan yang dicerna akan dihidrolisis oleh enzim protease menjadi asam amino. Proses hidrolisis ini terjadi di lambung. Di lambung protein akan dihidrolisis oleh enzim pepsin menjadi polipeptida. Pencernaan protein dan polipeptida diteruskan oleh tripsin dan kimotripsin yang dihasilkan oleh kelenjar pankreas, menghasilkan dipeptida. Selanjutnya, karboksil peptidase pankreas akan memutus gugus karboksil dan aminopeptidase mukosa usus akan memutus gugus N pada ujung rantai peptida. Pemecahan peptida menjadi asam amino tunggal dilakukan oleh dipeptidase yang terdapat pada *brush-border* membran mukosa intestinal. Asam amino tersebut selanjutnya akan diserap oleh sel enterosit yang terdapat pada dinding usus bagian dalam dan disebarkan oleh darah menuju organ dan jaringan (Fujaya, 2004). Asam amino ini akan digunakan untuk proses sintesis protein struktural baru (selama masa pertumbuhan) atau untuk meregenerasi sel yang rusak dan jika berlebih akan digunakan sebagai energi (Robinson *et al.*, 2001).

#### b. Lemak

Kadar lemak tertinggi terdapat pada ikan *C. gariepinus* yang diberi pakan pelet K.0 dengan kadar lemak sebesar 6,07%, diikuti daging *C. gariepinus* yang diberi pelet K.1, K.2, dan K.3 dengan kadar lemak masing-masing sebesar 5,52%, 4,62%, dan 4,03%. Daging ikan *C. gariepinus* yang memiliki kadar lemak terendah adalah ikan *C. gariepinus* yang diberi pelet K.4 dengan kadar lemak sebesar 3,46%. Berdasarkan Departemen Kesehatan Republik Indonesia (1991), ikan *C. gariepinus* yang diberi pelet K.4 (limbah ikan 90%) dan pelet K.3 (limbah ikan 60%) memiliki

kandungan lemak yang dibawah standar karena kandungan lemaknya kurang dari 4,5%. Ikan *C. gariepinus* yang diberi pelet K.0; K.1 dan K.2 memiliki kandungan lemak yang telah memenuhi standar karena kandungan lemaknya lebih dari 4,5%.

Kandungan lemak pada daging ikan dapat dipengaruhi oleh kandungan lemak pada pakan yang diberikan. Menurut Sudirman *et al.*, (2018), peningkatan kandungan lemak pada tubuh ikan disebabkan oleh peningkatan kandungan lemak dalam pakan yang dimakan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Kim *et al.*, (2012), ikan yang diberi pelet dengan kadar lemak 17% memiliki kandungan lemak yang lebih besar dibandingkan dengan ikan yang diberi pakan ikan dengan kadar lemak 9%.

Lemak memiliki beberapa fungsi utama dalam tubuh, yaitu sebagai sumber energi, sebagai sumber asam lemak esensial dan bertindak sebagai komponen struktural dalam membrane sel dan jaringan yang lain (Robinson *et al.*, 2001). Komponen penyusun tubuh ikan, khususnya lemak pada otot ikan berasal dari pakan yang dimakan (Vargas & Bessonart, 2007). Peningkatan kandungan lemak pada tubuh ikan disebabkan oleh peningkatan kandungan lemak dalam pakan yang dimakan dan lemak yang dicerna oleh ikan tidak digunakan sebagai sumber energi yang kemudian disimpan sebagai lemak tubuh (Sudirman *et al.*, 2018).

### c. Serat

Kadar serat tertinggi terdapat pada daging ikan yang diberi pelet K. 1 dengan nilai sebesar 0,65%, diikuti dengan pelet K.2, K.0, dan K.3 dengan kadar serat masing-masing sebesar 0,46%, 0,44% dan 0,41%. Daging yang mengandung kadar serat terendah terdapat pada ikan yang diberi pelet K.4 dengan kadar lemak sebesar 0,21%.

Kandungan serat dalam daging ikan pada setiap perlakuan cenderung rendah yaitu kurang dari 1 %. Hal ini dapat disebabkan karena ikan lele tergolong hewan dengan sistem pencernaan yang hanya terdiri dari satu lambung tidak dapat

mencerna secara langsung nutrisi yang terkandung dalam serat tersebut (Robinson et al., 2001). Hewan monogastrik seperti ikan memiliki bakteri pencernaan alami yang tidak dapat mendegradasi makanan berserat menjadi bentuk yang lebih sederhana karena mereka tidak memiliki enzim endogen yang dapat mengkatalisis proses hidrolisis selulosa dari makanan (Muir & Robert, 1985).

#### d. Karbohidrat

Kadar karbohidrat tertinggi terdapat pada daging ikan yang diberi pelet K.1 dengan nilai sebesar 2,37%, diikuti dengan pelet K.0, K.2, dan K.3 dengan kadar karbohidrat masing-masing sebesar 2,29%, 2,23% dan 1,77%. Daging yang mengandung kadar karbohidrat terendah terdapat pada ikan yang diberi pelet K.4 dengan kadar karbohidrat sebesar 1,5%. Kadar karbohidrat yang terkandung dalam daging ikan ini berbanding lurus dengan kadar karbohidrat dalam pelet ikan yang diberikan. Daging ikan *C. gariepinus* yang diberi pelet K.1 dengan kandungan karbohidrat yang tertinggi memiliki kandungan karbohidrat yang tertinggi dibandingkan dengan daging ikan pada perlakuan yang lain. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa komposisi nutrisi pada pakan ikan merupakan faktor utama yang mempengaruhi kandungan proksimat dan kandungan mineral pada ikan (Job et al., 2015). Kandungan karbohidrat pada *C. gariepinus* hasil penelitian ini juga sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa kandungan karbohidrat ikan pada umumnya adalah 0,5%-2% (FAO, 2017).

*Clarias* sp. merupakan salah satu kelompok ikan yang dapat mencerna karohidrat dengan baik. Efisiensi dari pemanfaatan karbohidrat oleh *Clarias* sp. dipengaruhi oleh kompleksitas dari karbohidrat tersebut. Secara umum, *Clarias* sp. dapat memanfaatkan polisakarida seperti zat pati dan dekstrin lebih efektif daripada mencerna monosakarida dan disakarida, seperti glukosa, fruktosa, sukrosa dan maltosa sebagai sumber energi. Hal ini disebabkan karena *Clarias* sp. tidak memiliki

cukup insulin . Glukosa secara tinggi dicerna oleh *Clarias* sp., tapi tidak dapat dimanfaatkan secara efektif. Glukosa yang dicerna lebih banyak diekskresikan daripada diserap oleh berbagai jaringan tubuh karena tidak cukup memiliki insulin (Tucker & Robinson, 1991).

#### e. Air

Kadar air tertinggi terdapat pada daging ikan yang diberi pelet K.3 dengan nilai sebesar 78,71%, diikuti dengan pelet K.2, K.4 dan K.1 dengan kadar air masing-masing sebesar 77,17%; 76,92% dan 76,45%. Daging yang mengandung kadar air terendah terdapat pada ikan yang diberi pelet K.0 dengan kadar air sebesar 75,94%. Kandungan air pada daging ikan hasil penelitian ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa kandungan air pada kelompok ikan lele adalah sebesar 74-85% (Casallas *et al.*, 2012). Sedangkan menurut Depkes Republik Indonesia (1991), kandungan air pada daging ikan lele adalah 76%. Berdasarkan Depkes RI (1991) tersebut maka daging ikan lele pada perlakuan K.1, K.2, K.3 dan K.4 telah memenuhi standar karena memiliki kandungan air di atas 76%. Sedangkan ikan yang diberi pelet K.0 memiliki kandungan air di bawah 76%.

Pelet K.3 memiliki kandungan air yang tinggi karena dapat disebabkan lebih tingginya kandungan lemak pada daging ikan tersebut (Tabel 4.2). Menurut Memon *et al.*, (2011), kandungan lemak pada daging ikan berbanding terbalik dengan kandungan air. Pada penelitian yang dilakukan oleh Gatlin & Bai (1993), ikan yang diberi pakan dengan kandungan lemak 10% menghasilkan kandungan lemak yang lebih tinggi, namun menghasilkan kandungan air yang lebih rendah dibandingkan dengan ikan yang diberi pakan dengan kandungan lemak 5%.

#### f. Abu

Kadar abu tertinggi terdapat pada daging ikan yang diberi pelet K.4 dengan nilai sebesar 1,46%, diikuti dengan pelet K.3, K.0 dan K.2 dengan kadar abu masing-masing sebesar 1,23%,



1,22% dan 1,17%. Daging yang mengandung kadar abu terendah terdapat pada ikan yang diberi pelet K.1 dengan kadar abu sebesar 1,13%. Kandungan abu daging ikan *C. gariepinus* pada semua perlakuan sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa kadar abu pada *C. gariepinus* adalah sebesar 0,86%-1,96% (Ersoy *et al.*, 2009).

Secara umum, kadar abu yang terkandung dalam daging ikan ini berbanding lurus dengan kadar abu dalam pelet ikan yang diberikan. Daging ikan *C. gariepinus* yang diberi pelet K.4 dengan kandungan abu yang tertinggi memiliki kandungan abu yang tertinggi dibandingkan dengan daging ikan pada perlakuan yang lain. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Gullu *et al.*, (2014), dimana ikan yang diberi pakan dengan kadar abu semakin tinggi maka kandungan abu dalam daging ikan tersebut juga semakin tinggi. Menurut Halver & Hardy (2002), kandungan mineral atau abu pada tubuh ikan dipengaruhi oleh kandungan mineral yang terkandung dalam pakan ikan dan dalam air.

#### **4.3 Hubungan Kandungan Proksimat pada Pelet dan Daging Ikan *C. gariepinus***

Pelet yang dibuat dari limbah pengasapan ikan yaitu pelet K.1, K.2, K.3 dan K.4 memiliki kadar protein sebesar 23,66%-34,73%; lemak sebesar 8,35%-9,28%; air sebesar 8,52%-10,66%; karbohidrat 20,38%-33,64%; abu sebesar 5,28%-11,06% dan serat sebesar 6,44%-8,27%. Kandungan proksimat pada pelet yang dibuat pada penelitian ini berbeda dengan kandungan proksimat pada penelitian yang dilakukan oleh Oke *et al.*, (2016). Pada penelitian yang dilakukan oleh Oke *et al.*, (2016) dengan menggunakan limbah ikan berupa jeroan ikan dan kombinasi tepung ikan dengan konsentrasi limbah ikan sebesar 30% dan 50% menghasilkan pelet dengan kandungan proksimat yang lebih tinggi. Kandungan proksimatnya yaitu protein sebesar 43,2%-43,3%; lemak sebesar 12,3-12,9%; air sebesar 9,7%-11,6%; abu sebesar 12,6%-12,7% dan karbohidrat sebesar 31,2%-31,8%.

Perbedaan ini dapat disebabkan karena kandungan proksimat pada bahan yang digunakan pada penelitian tersebut memiliki nilai yang lebih tinggi. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian tersebut antara lain tepung ikan dengan kandungan 66% protein, 7,88% lemak, 15,77 abu dan air 8%; tepung darah dengan kandungan 71,9% protein, 1,7% lemak, 6,4% abu dan 9,1% air serta limbah ikan (berupa *marine fish viscera*) dengan kandungan 38,8% protein, 39% lemak, 7% abu dan 73% air. Kandungan proksimat pada bahan tersebut seperti protein dan lemak memiliki nilai yang jauh lebih besar dibandingkan dengan kandungan proksimat pada bahan digunakan dalam penelitian ini.

Kandungan proksimat (protein, lemak, serat, air, abu dan karbohidrat) pada pelet ikan yang diberikan dengan kandungan proksimat pada daging ikan pada semua perlakuan terdapat hubungan yang berbanding lurus. Semakin tinggi kandungan proksimat pada pakan maka kandungan proksimat pada daging ikan juga semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa komposisi kimia dalam daging ikan dipengaruhi oleh jenis dan kualitas pakan yang diberikan (Chwastowska-Siwiecka *et al.*, 2016).

Kandungan proksimat pada daging ikan dipengaruhi oleh konsentrasi limbah ikan. Semakin tinggi konsentrasi limbah ikan maka kandungan protein, air dan abu pada daging ikan juga semakin tinggi. Sedangkan, kandungan nutrisi seperti lemak, serat dan karbohidrat menunjukkan nilai yang semakin rendah seiring dengan bertambahnya konsentrasi limbah ikan. Hal ini disebabkan karena limbah ikan yang terkandung dalam pelet yang diberikan memiliki kadar protein, air dan abu yang tinggi sehingga apabila konsentrasi limbah ikan tersebut meningkat maka kandungan nutrisi pada pelet tersebut juga meningkat. Peningkatan kandungan nutrisi pada pakan ini akan berdampak pada peningkatan kadar nutrisi pada daging ikan. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Oke *et al.*, (2016), dimana kandungan nutrisi seperti kadar protein dan abu menurun seiring

dengan peningkatan konsentrasi jeroan ikan dan penurunan konsentrasi tepung ikan pada pelet yang diberikan. Sedangkan kandungan lemak pada ikan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi jeroan ikan. Peningkatan kadar lemak ini dapat terjadi karena tingginya kandungan lemak dari bahan limbah jeroan ikan daripada kandungan proteinnya. Sehingga apabila konsentrasi jeroan ikan pada pelet meningkat maka kadar lemak dalam pelet juga semakin meningkat yang akan berdampak pada peningkatan kadar lemak dalam daging ikan. Menurut Florence *et al.*, (2015), peningkatan kadar lemak dalam daging ikan dapat dipengaruhi oleh tingginya kadar lemak yang terdapat pada pakan ikan.

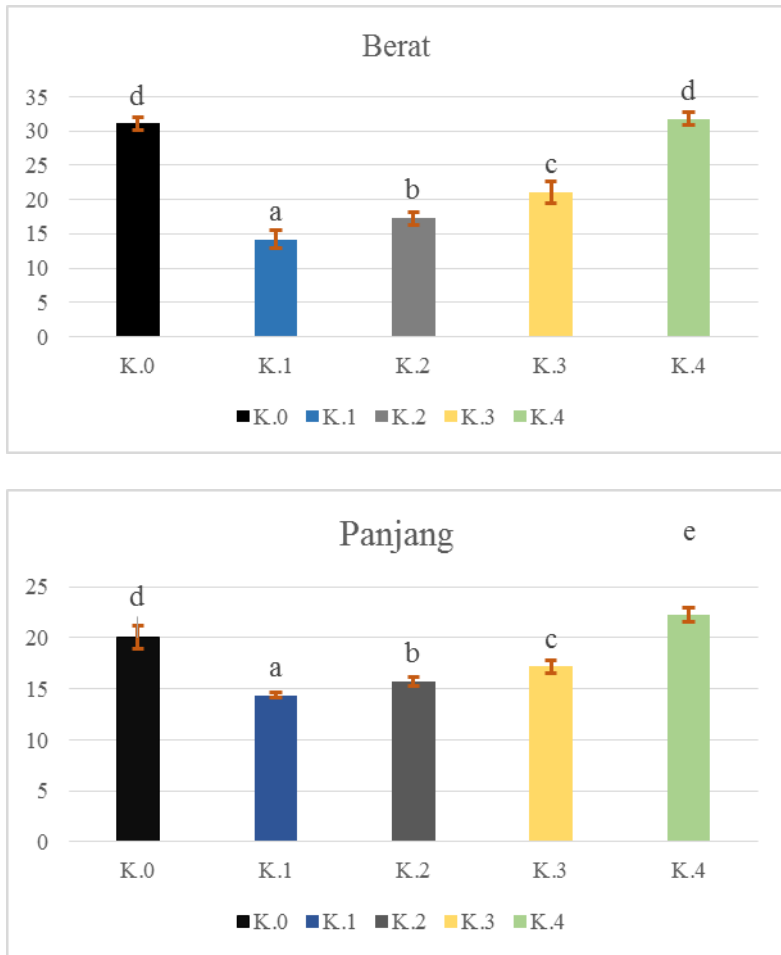
#### 4.4 Pertumbuhan Ikan *C. gariepinus*

Data hasil pertumbuhan panjang dan berat akhir ikan *C. gariepinus* yang diberi pelet komersial dan pelet dari limbah pengasapan ikan selama 30 hari masa pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3 Pertumbuhan panjang dan berat akhir *C. gariepinus* hasil perlakuan.

Perlakuan	Berat (gram)	Panjang (cm)
K.0 (Kontrol)	31,05±0,88 <sup>d</sup>	20,06±1,11 <sup>d</sup>
K.1 (0%)	14,20±1,38 <sup>a</sup>	14,36±0,28 <sup>a</sup>
K.2 (30%)	17,27±0,91 <sup>b</sup>	15,70±0,40 <sup>b</sup>
K.3 (60%)	21,04±1,54 <sup>c</sup>	17,20±0,60 <sup>c</sup>
K.4 (90%)	31,74±0,93 <sup>d</sup>	22,28±0,69 <sup>e</sup>

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ).



Gambar 4.1 Diagram pertumbuhan berat dan panjang *C. gariepinus* yang diberi pelet dari limbah pengasapan ikan.

Perlakuan pemberian pelet dengan konsentrasi limbah ikan yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan berat dan panjang ikan. Terdapat perbedaan signifikan berat ikan pada perlakuan pelet K.0, K.4 dengan perlakuan pelet K.1, K.2 dan K.3

( $P < 0,05$ ). Pelet K.0 dan K.4 diketahui secara signifikan ( $P < 0,05$ ) memiliki berat yang tinggi yaitu 31,05 gram dan 31,74 gram, dimana tidak terdapat perbedaan secara signifikan ( $P > 0,05$ ) pada kedua pelet tersebut. Namun, terdapat perbedaan berat yang signifikan ( $p < 0,05$ ) antara pelet K.0 dan K.4 dengan pelet K.1, K.2 dan K.3, dimana antara ketiga pelet tersebut yaitu pelet K.1, K.2 dan K.3 juga terdapat perbedaan secara signifikan ( $P < 0,05$ ) dengan berat masing-masing ikan sebesar 14,20 gram, 17,27 gram dan 21,04 gram. Pada pertumbuhan panjang juga terdapat perbedaan yang signifikan antara panjang ikan pada perlakuan pelet K.0, K.1, K.2, K.3 dan K.4. ( $P < 0,05$ ). Perlakuan pemberian pelet K.4 diketahui menghasilkan pertumbuhan panjang yang tertinggi yaitu 22,28 cm, dan pertumbuhan panjang terendah terdapat pada perlakuan K.1 dengan panjang 17,20 cm.

Pertumbuhan berat dan panjang akhir ikan yang tinggi pada pelet K.0 dan K.4 dapat disebabkan karena pengaruh kandungan nutrisi dalam pakan tersebut, terutama kandungan protein. Pelet K.4 yang menghasilkan pertumbuhan paling tinggi memiliki kandungan protein yang paling tinggi yaitu sebesar 34,73%. Sedangkan, pelet K.1 yang menghasilkan pertumbuhan panjang dan berat paling rendah memiliki kandungan protein yang paling rendah yaitu 23,66%. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa penambahan berat dan pertumbuhan ikan berbanding lurus dengan kandungan protein pada pakan ikan (Keremah & Alfred-Ockiya, 2013). Protein pada pakan ikan yang dicerna akan dihidrolisis oleh enzim protease menjadi asam amino. Asam amino ini akan digunakan untuk proses sintesis protein struktural baru (selama masa pertumbuhan) (Fujaya, 2004). Sintesis protein struktural ini berperan dalam pembentukan jaringan sehingga jaringan akan bertambah baik dalam segi jumlah maupun volume. Penambahan jaringan tubuh ini terekspresi melalui penambahan berat dan panjang tubuh ikan. Sehingga pakan dengan kandungan protein yang tinggi

memberikan pengaruh yang lebih efektif terhadap laju pertumbuhan (Poindexter & Karpen, 2014).

Pada perlakuan pemberian pelet K.1 yang menunjukkan pertumbuhan baik panjang dan berat yang rendah dapat disebabkan kandungan serat yang terkandung dalam pelet tersebut. Pelet K.1 mengandung kadar serat tertinggi yaitu 8,27%. Kandungan serat yang tinggi ini dapat mengganggu penyerapan zat lain seperti protein pada ikan sehingga pertumbuhan ikan dapat terganggu. Penyerapan protein yang terganggu ini menyebabkan sintesis asam amino tidak maksimal yang berdampak pada pembentukan jaringan yang lambat. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa semakin tinggi kandungan serat dalam pakan akan mengurangi daya cerna ikan terhadap komponen nutrisi lain yang mengakibatkan rendahnya tingkat pertumbuhan ikan (Abowei & Enkubo, 2011).

#### **4.5 Tingkat Kelangsungan Hidup**

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa tingkat kelangsungan hidup ikan pada semua perlakuan mencapai 100%. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup ikan *C. gariepinus* untuk semua perlakuan pemberian pelet dalam kategori yang baik. Menurut Ponzoni & Nguyen (2008), tingkat kelangsungan hidup ikan *C. gariepinus* pada tahap pembesaran adalah sebesar 75%. Tingkat kelangsungan hidup ikan dipengaruhi oleh kandungan nutrisi yang terkandung dalam pakan ikan yang diberikan. Pelet ikan yang mengandung nutrisi yang berkualitas mampu mempercepat pertumbuhan. Selain itu pelet yang baik juga dapat menjaga dan meningkatkan tingkat kelangsungan hidup ikan (Adewumi, 2015).

Kandungan nutrisi dari pelet yang diberikan pada semua perlakuan secara garis besar telah memenuhi standar nutrisi pakan untuk ikan lele dumbo menurut SNI 01-4087-2006, kecuali pelet K.1 yang memiliki kandungan protein yang dibawah standar yaitu sebesar 23,66%. Walaupun kandungan protein pada pelet K.1 tidak memenuhi standar yang diberikan, tetap memiliki tingkat

kelangsungan hidup yang tinggi, namun memiliki pertumbuhan yang lambat. Hal ini disebabkan karena kandungan protein yang rendah pada pakan lebih dimanfaatkan untuk menjaga kondisi tubuh dari ikan tersebut daripada untuk pertumbuhan. Sedangkan jika kandungan protein pada pakan tinggi atau berlebih akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan (Webster & Lim, 2002). Menurut Robinson *et al.*, (2001), kandungan protein minimal pada pakan ikan adalah sebesar 16%.

#### 4.6 Rasio Konversi Pakan

Rasio Konversi Pakan atau *Feed Conversion Ratio* (FCR) adalah suatu ukuran yang menyatakan jumlah pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg ikan kultur (Effendy, 2004). Sebagai contoh, apabila nilai FCR dari ikan adalah 2 maka dapat diartikan bahwa untuk memproduksi 1 kg daging ikan dalam sistem akuakultur dibutuhkan 2 kg pakan. Semakin kecil nilai rasio menunjukkan kondisi yang lebih baik dan efisiensi konversi pakan yang tinggi (Robinson & Li, 2015).

Pakan yang diberikan selama penelitian adalah sebanyak 120 gram dari setiap perlakuan. Ukuran pakan tersebut diambil dari 3% berat awal *C.gariepinus*. Suyanto (2007), menyatakan bahwa pemberian pakan yang baik pada ikan berkisar antara 3 % dari berat ikan. Berdasarkan hasil penelitian, nilai FCR dari ikan *C. gariepinus* dari semua perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.6 di bawah ini.

Tabel 4.6 Nilai FCR Ikan *C. gariepinus* hasil perlakuan pemberian pelet.

Perlakuan	Rasio Konversi Pakan (FCR)
K.0	0,90
K.1	3,12
K.2	2,04
K.3	1,42
K.4	0,77

Keterangan: K.0 = Kontrol (Pelet Komersial); K.1 = Kombinasi 1 (limbah ikan konsentrasi 0%); K.2 = Kombinasi 2 (limbah ikan konsentrasi 30%); K.3 = Kombinasi 3 (limbah ikan konsentrasi 60%); K.4 = Kombinasi 4 (limbah ikan konsentrasi 90%).

Pada Tabel 4.6 di atas diketahui bahwa nilai FCR terendah terdapat pada perlakuan pemberian pelet K.4 dengan nilai FCR sebesar 0,77. Sedangkan nilai FCR tertinggi terdapat pada perlakuan pemberian pelet K.1 dengan nilai FCR sebesar 3,12. Pada perlakuan pemberian pelet K.4 yang menghasilkan nilai FCR yang rendah menunjukkan bahwa semakin efisien pakan tersebut diubah menjadi daging. Nilai FCR yang rendah ini dapat dipengaruhi oleh faktor kandungan nutrisi dalam pakan. Menurut Robinson & Li (2015), nilai FCR dapat dipengaruhi oleh spesies dan kualitas pakan yang diberikan. Pelet K.4 mengandung nutrisi terutama protein yang paling tinggi dibandingkan dengan pelet pada perlakuan yang lain. Menurut Sopha dkk (2015), semakin tinggi kandungan protein yang terdapat pada pakan, maka semakin baik ikan mengkonsumsi protein untuk memperoleh asam amino yang akan digunakan untuk pertumbuhan dan pembentukan jaringan baru. Pada perlakuan pemberian pelet K.1 menghasilkan nilai FCR yang tinggi dapat disebabkan karena kandungan protein yang rendah pada pelet K.1 sehingga ikan yang diberi pelet K.1 tidak mengalami penambahan berat yang signifikan. Selain itu, pada pelet K.1 mengandung kadar serat yang paling tinggi dibandingkan dengan pelet yang lain. Kandungan serat yang tinggi ini akan mengganggu



penyerapan zat lain oleh ikan sehingga penyerapan nutrisi tidak maksimal. Semakin tinggi kandungan serat dalam pakan akan mengurangi daya cerna ikan terhadap komponen nutrisi lain yang mengakibatkan rendahnya tingkat pertumbuhan ikan (Abowei & Enkubo, 2011). Nilai FCR pada perlakuan pemberian pelet K.4, K.0, K.3 dan K.2 yaitu sebesar 0,77; 0,90; 1,42 dan 2,04 tergolong dalam kategori baik. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa nilai FCR ikan yang baik pada umumnya adalah antara 1-2 (Robinson & Li, 2015).

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Kandungan proksimat pada pelet ikan dipengaruhi oleh konsentrasi limbah pengasapan ikan. Semakin tinggi konsentrasi limbah ikan maka kandungan protein dan abu juga semakin tinggi, sedangkan kandungan lemak, air, serat dan karbohidrat semakin rendah.
2. Pelet dari limbah pengasapan ikan yang menghasilkan pertumbuhan berat dan panjang tertinggi adalah pelet K.4. Nilai FCR terendah terdapat pada perlakuan pemberian pelet K.4 dengan nilai sebesar 0,77.
3. Kandungan proksimat daging ikan pada semua perlakuan masih belum memenuhi standar kandungan proksimat daging ikan lele dumbo berdasarkan Departemen Kesehatan Republik Indonesia tahun 1996 karena memiliki kandungan protein yang masih dibawah standar baku yaitu kurang dari 17%.

#### **5.2 Saran**

Penelitian lanjutan diharapkan dilakukan analisis profil asam amino dan asam lemak pada pelet dari limbah pengasapan ikan sehingga dapat diketahui apakah telah sesuai dengan kebutuhan ikan *C. gariepinus*.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abowei, J.F.N, dan Ekubo, A.T. (2011). A Review of Conventional and Unconventional Feeds in Fish Nutrition, **British Journal of Pharmacology and Toxicology**, 2 (4): 179-191.
- Adewumi, A. A. 2015. Growth performance and survival of *Clarias gariepinus* hatchlings fed different starter diets. **European Journal of Experimental Biology**, 5(3): 1-5.
- Afrianto, E. dan Liviawaty, E. 2005. **Pakan Ikan**. Yogyakarta: Kanisius.
- Ahmed, I. A. M., Omer, M. A. M., Mohamed, E. A., Yagoub, A. E. A., & Babiker, E. E. (2016). Effect of different processing methods on anti-nutrients content and protein quality of improved lupin (*Lupinus albus* L.) cultivar seeds. **Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology**, 4,9–16.
- Alfin-Slater, R. B. dan Kritchevsky, D. 2012. **Nutrition and the Adult Macronutrients**. USA: Plenum Press.
- Aliu, B. S. dan Ikoko, E. 2016. Growth responses of Clariid catfish (*Clarias gariepinus*) fingerlings to dietary decorticated Bambara groundnut (*Voandzeia subterranea*). **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, 4(6): 267-270.
- Amoah, Y.T. 2012. **Effect of dietary protein levels on growth and protein utilization in juvenile arctic char (*Salvinus alpinu*)**. United Nations University Fisheries Training Programme, Iceland.
- Anggorodi, 1994. **Ilmu Makanan Ternak Unggas**. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Ani, A. O., Okpako, B. A. dan Ugwuowo, L. C. 2013. Effect of Feeding Time On The Performance Of African Catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822). **Online Journal Of Animal and Feed Research**, 3 (3): 143-148.

Bag, M. P., dan Mahapatra, S. C. 2012. Efficiency of Fermented Fish Offal Meal on Growth and Fatty Acid Profile of Tilapia (*Oeochormis niloticus*). **Electronic Journal of Biology**, Vol 8(40): 62-66.

Baumrucker, C. R., Guerino, F., dan Huntington, G. B. 1989. In **Absorption and Utilization of Amino Acids**. Ingggris: CRC Press.

BBLK, 2014. Kementrian Kesehatan RI. Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan Balai Besar Laboratorium Makassar. **Balai Besar Laboratorium Kesehatan**. Makassar.

BKPP. 2016. **Buku Pakan Ikan**. Pelawan: BKPP Pemerintah Kab. Pelawan.

Bouchet, P. 2017. *Pila ampullacea* (Linnaeus, 1758). In: **MolluscaBase (2017)**. World Register of Marine Species (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=737456> on 2017-10-26).

BSN. 2006. **Pakan buatan untuk ikan Lele dumbo (*Clarias gariepinus*) pada budidaya intensif (SNI 01-4087-2006)**. Jakarta: BSN.

Casallas, N. E. C., Casallas, P. E. C., dan Mahecha, H.S. 2012. Characterization of the Nutritional Quality of the Meat in Some Species of Catfish: A Review. **Rev. Fac. Nal. Agr. Medellin**, 65 (2): 6709-6799.

Catalma, M.T.E. 1991. "Golden snail (*Pomacea* sp). Use in Animal Feeds". **IRRN**. 16(6): 26-27.

Cho, S.H. & Lovell, R.T. 2002. Variable feed allowance with constant protein input for channel catfish (*Ictalurus punctatus*) cultured in ponds. **Aquaculture**, 204: 101–112.

Chwatowska-siwiecka, I., Skiepmo, N., Pomianowski, J. F., Kubiak, M. S., Wozniak, M., Baryczka, M. 2016. Gender differences in the chemical composition and selected properties of African Catfish (*Clarias gariepinus* Burchell 1822) meat. **Italian Food Journal Science**, 28.

Craig, S. dan Helfrich, L.A. 2009. Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feeding. **Virginia Cooperative Extension**. Publication 420-256.

Das, S. dan Sahu, B.K. 2001. Biochemical composition and calorific content of fishes and shellfishes from Rushikulya estuary, south Orissa coast of India. **Indian Journal Fisheries**, 48:297-302.

de Graaf, G.J., F. Galemoni dan B. Banzoussi, 1995. The artificial reproduction and fingerling production of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) in protected and unprotected ponds. **Aquaculture Research** 26: 233-242.

de Moor, I.J. and M.N. Bruton, 1988. Atlas of alien and translocated indigenous aquatic animals in southern Africa. A report of the Committee for Nature Conservation Research National Programme for Ecosystem Research. **South African Scientific Programmes Report** No. 144. 310 p. Port Elizabeth, South Africa.

de Silva, S. S. dan Anderson, T. A. 1994. **Fish Nutrition in Aquaculture Chamann and Hall Aquaculture Series**. Inggris.

Dewi, C.D., Muchlisin, Z.A., dan Sugito. 2013. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) pada konsentrasi tepung daun jalloh (*Salix tetrasperma* Roxb) yang berbeda dalam pakan. **Depik**, 2(2): 45-49.

Direktorat Gizi Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1996. Daftar Komposisi Bahan Makanan. **Depkes Republik Indonesia: Jakarta**.

Effendie, M. I. 1979. **Metode Biologi Perikanan**. Bogor: Yayasan Dewi Sri.

Ersoy, B., Ozeren, A. 2009. The effect of cooking methods on mineral and vitamin contents of African catfish.. **Food Chemistry**, 115(2): 419-422.

Fai, M., Zouiten, A., Elmarrakchi, A., Achkari-Begdouri, A., 1997. Biotransformation of Fish Waste Into A Stable Feed Ingredient. **Food Chemistry** 60, 13-18.

Fatchiyah., Estri, L. A., Widyarti, S. dan Rahayu, S. 2011. **Biologi Molekular: Prinsip Dasar Analisis**. Jakarta: Erlangga.

Febiyani, A. R. dan Nurhayati, A.P.D. 2016. Potensi Pelet Dari Limbah Pengasapan Ikan Terhadap Pertumbuhan Serta Kadar Kalori Dan Protein Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). **Skripsi**. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Florence, O. N. & Ibe, O. M. 2013. Growth Performance, Survival Rate and Nutrient Profile of *Clarias Gariepinus* Fingerlings Fed Rations of Soybean as Alternative Protein

Source. **Academic Journal of Interdisciplinary Studies**, Vol. 2 No. 10: 193-202.

Florence, L., Mireille, C., Jérôme, B., Laurent, L., Françoise, M., Edwige, Q. 2015. Selection for muscle fat content and triploidy affect flesh quality in pan-size rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, 448: 569-577.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2017. **Species Fact Sheets *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)**. <http://www.fao.org/> (6 Oktober 2017).

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2017. The Composition of Fish. <http://www.fao.org/> (7 Desember 2017).

Fujaya, Y. 2004. **Fisiologi Ikan**. Jakarta: Rineka Cipta.

Gatlin, D.M., 2010. **Principles of Fish Nutrition**. SRAC Publication.

Gatlin, D. M., III and S. C. Bai. 1992. Effects of dietary lipid and reduced glutathione on composition and storage quality of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture and Fisheries Management**, 24:457-463.

Gawlicka, A., Leggiadro, C.T. dan Gallant, J.W. 2001. Cellular expression of the pepsinogen and gastric proton pump genes in the stomach of winter flounder as determined by in situ hybridization. **Journal Fish Biology**. 58: 529 – 536.

Ghufran, M. H. 2010. **Budidaya Perairan Buku Kedua**. Jakarta: Citra Aditya Bhakti.



Gonzalez, C. dan Allan, G. 2007. Preparing Farm-made Fish Feed. **Australian Centre for International Agricultural Research**. NSW Department of Primary Industries: Australia.

Gullu, K., Acar, U., Tezel, R., Yozukmaz, A. 2014. Replacement of Fish Meal with Fish Processing by Product Silage in Diets for the Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Pakistan Journal Zoologi**, 46(6): 1697-1703.

Halver, J. E. dan Hardy, R.W. 2002. **Fish Nutrition Third Edition**. USA: Academic Press.

Hartadi, H., Reksohadiprodjo, S., Tillman, A.D. 2005. **Tabel Komposisi Pakan Untuk Indonesia**. Yogyakarta: Fakultas Peternakan, Universitas Gajah Mada.

Hermawan, A.T., Iskandar, Subhan, U. 2012. Pengaruh Padat Tebar terhadap Kelangsungan Hidup Pertumbuhan Lele dumbo (*Clarias gariepinus* Burch.) di Kolam Kali Menir Indramayu. **Jurnal Perikanan dan Kelautan**, Vol.3 No.3: 85-93.

Hertrampf, J.W., dan Felicitas, P.P. 2000. **Handbook on ingredients for aquaculture feeds**. Belanda: Kluwer Academic Publisher.

Hidayah, R. Y. 2015. Pengaruh Penggunaan Berbagai Massa Lengkuas (*Alpinia galanga*) Terhadap Sifat Organoleptik Dan Daya Simpan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Segar. **Skripsi**. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Hidayat, K., Usman, M.T., dan Mulyadi. 2012. **Enlargement of Selais (*Ompok hypophthalmus*) With fish meal Containing Thyroxine (T4) Hormone**. Riau: Faculty of Fisheries and Marine Science. Riau University.

Hirabayashi M, Matsui T, Yano H, Nakajima T. 1998. Fermentation of soybean meal with *Aspergillus usamii* reduces phosphorus excretion in chicks. **Poultry Science**. 77:552–556.

Hong, K.J., Lee, C.H., Kim, S.W. 2004. *Aspergillus oryzae* GB-107 fermentation improves nutritional quality of food soybeans and feed soybean meals. **J. Med. Food**. 7:430–434.

Hsiao, N.W., Chen, Y., Kuan, Y.C., Lee, Y. C., Lee, S.K., Chan, H.H., Kao, C.H. 2014. Purification and characterization of an aspartic protease from the *Rhizopus oryzae* protease extract, peptidase. **Electron J. Biotechnol**. 17:89-94.

Hui, T., Tan, S.K., dan Low, M.E.Y. 2014. Singapore Mollusca: 7. The Family Ampullariidae (Gastropoda: Caenogastropoda: Ampullarioidea). **Nature In Singapore**, 7: 31–47.

ICMR. 1989. **Indian Council of Medical Research. Nutrient Requirements and Recommended Dietary Allowances for Indians**. Report of an Expert Group. New Delhi.

Jamabo, N. A., Fubara, R. I., dan Dienye, H. E. 2015. Feeding Frequency on Growth and Feed Conversion of *Clarias Gariepinus* (Burchell, 1822) Fingerlings. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, 3(1): 353-356.

Job, B. E., Antai, E. E., Inyang-etoh, A. P., Otogo, G. A. dan Ezekiel, H. S. 2015. Proximate composition and mineral contents of cultured and wild tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758). **Pakistan Journal of Nutrition**, 14(4): 195-200.

Jobling, M., Gomes, E., Dias, J. 2001. **Food Intake in Fish**. USA: Blackwell Science.

Keremah, R. I. dan Alfred-Ockiya, J. F. 2013. Effects of dietary protein level on growth and body composition of mudfish,

*Heterobranchus longifilis* fingerlings. **African Journal of Biotechnology**, 12(9): 971-975.

Khairuman dan Amri, K. 2002. **Budidaya Lele dumbbo secara Intensif**. Jakarta: Agro Media Pustaka.

Kim, K. D., Lim, S. G., Kang, Y. J., Kim, K. W. dan Son, M. H. 2012. Effects of Dietary Protein and Lipid Levels on Growth and Body Composition of Juvenile Far Eastern Catfish (*Silurus asotus*). **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** Vol. 25, No. 3 : 369 - 374.

Kipper, D., Taguti, T.L., Bialecki, A. Makrakis, M.C. Baumgartner, G. dan Sanches, P.V. 2013. Early ontogeny of *Clarias gariepinus* (Siluriformes, Clariidae) and aspects of its invasion potential in natural freshwater environments. **Acta Scientiarum Biological Sciences** Volume: 35 Issue: 3 Pages: 411-418.

Kohajdova, Z., dan Karovicova, J. 2007. Fermentation of cereals for specific purpose. **Journal of Food and Nutrition Research**, 46 (2) : 51-57.

Kompiang, I.P. 1990. Fish Silage and tepsil production Technology. Research Institute for Animal Production. **IARD Journal**, Vol. 12 No. 4.

Kumar, N. P., Mahaboobi, S. dan Akhilesh, T. 2016. Effect of Feed Additives on Growth Performance of Fish. **Journal Of Fisheries Sciences**, 10 (3): 84-87.

Kupski, L., Silvello, M. A. C. Fontes, M. R. V., Furlong, E. B. 2015. R. oryzae cellulases: a new approach to degrading lignocellulosic material. **Journal of Food Biochemistry**, 39(2).

Kuz'mina, V.V. dan Gelman, A.A. 2008. Membrane-linked digestion in fish. **Journal Reviews in Fisheries Science**. 5(2).

Leiskayanti, Y., Sriherwanto, C., Suja'I, I. 2017. Fermentasi Menggunakan Ragi Tempe Sebagai Cara Biologis Pengapungan Pakan Ikan. **Jurnal Bioteknologi dan Biosains**, 4(2): 54-63.

Lewis, A. J. dan Southern, L. L. 2000. **Swine Nutrition Second Edition**. USA: CRC Press.

Li, M. H., Oberle, D. F., dan Lucas, P. M., 2012. Effects of dietary fiber concentrations supplied by corn bran on feed intake, growth, and feed efficiency of channel catfish. **N. Am. J. Aquacult.**, 74 (2): 148-153.

López-Otín C, Bond J. S. 2008. Proteases: Multifunctional enzymes in life and disease. **J. Biol. Chem**. 283:433-437.

Lukito,A., dan Prayugo, S. 2007. **Panduan Lengkap Lobster Air Tawar**. Jakarta: Penebar Swadaya.

Madinawati, Serdiati, dan Yoel. 2011. Pemberian Pakan yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Lele dumbo (*Clarias gariepinus*). **Media Litbang Sulteng IV** (2) : 83 – 87.

Mahyudin, K. 2008. **Panduan Lengkap Agribisnis Lele**. Jakarta: Penebar Swadaya.

Marnani, S. Listiowati, E. dan Santoso, M. 2011. Frekuensi Pemberian Pakan dan Kondisi Pemeliharaan Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan Lele dumbo (*Clarias gariepinus*). **Omni-Akuatika** Vol. X No.12: 7 – 13.

Martinez, I., Moyano, F.J., Fernandez-Diaz, C. dan Yufera, M. 1999. Digestive enzyme activity during larval development of the Senegal sole (*Solea senegalensis*). **Fish Physiology and Biochemistry**, 21: 317–323.

Memon, N. N., Talpur, F., Bhangar M. I., dan Balouch. 2011. Changes in Fatty acid composition in muscle of three farmed carp fish species ( *Labeo rohita*, *Cirrhinus mrigala*, *Catla catla*) raised under the same conditions. **Food Chemistry**, 126 (2): 405-410.

Miller, W. J. 2012. **Dairy Cattle Feeding and Nutrition**. USA: Academic Press.

Mudjiman, A. 2011. **Makanan Ikan edisi revisi**. Jakarta: Penebar Swadaya.

Mufidah, N.B.W., Rahardja, B.S. dan Satyantini, W.H. 2009. Pengkayaan *Daphnia* spp. Dengan Viterna Terhadap Kelangsungan Hidup Dan Pertumbuhan Larva Ikan Lele dumbo (*Clarias gariepinus*). **Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan** Vol. 1 No. 1.

Mukherjee, R., Chakraborty, R., dan Dutta, A. (2016). Role of Fermentation in Improving Nutritional Quality of Soybean Meal- A Review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, 29(11): 1523–1529.

Muir, F.J., Robert, J.R. 1985. **Recent advances in Aquaculture**. London: Westview Press Boulder.

Murtidjo, B. A. 2001. **Pedoman Meramu Pakan Ikan**. Yogyakarta: Kanisius.

Myers, P., R. Espinosa, C. S. Parr, T. Jones, G. S. Hammond, dan T. A. Dewey. 2017. **The Animal Diversity Web**. <<http://animaldiversity.org>> [ 1 Oktober 2017].

Nielsen, S. S. 2010. **Food Analysis Laboratory Manual Second Edition**. USA: Springer.

Nollet, L. M. L. 2004. **Handbook of Food Analysis: Physical Characterization and Nutrient Analysis, Volume 1**. USA: Marcell Dekker Inc.

Nuraeni, L. Suhardi, E. dan Rostikawati, R.T. 2012. Pengaruh Pemberian Pakan Tambahan Limbah Ikan Tongkol terhadap Pertumbuhan Ikan Lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) . **E-Journal Universitas Pakuan Bogor**. Bogor: Universitas Pakuan.

Nwachi, O. F. dan Toritseju, B. 2014. Catfish (*Clarias gariepinus*) monoculture in sapele local government area of delta state, Nigeria: A farm household dataanalysis. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**. 1(4): 63-67

Nwipie, G. N., Erundu, E. S., dan Zabbey, N. 2015. Influence of Stocking Density on Growth and Survival of Post Fry of the African Mud Catfish, *Clarias gariepinus*. **Journal Fisheries and Aquaculture**, 6(1).

Nyong, E. B., Olubunmi, F. J. 2014. Effect of storage an antinutritional components in stored pelleted fish feed. **International Journal of Science, Technology and Society**, 2(6): 186-189.

Obande, R. A., Omeji, S. dan Isiguzo, I. 2013. Proximate Composition and mineral content of the Fresh water snail (*Pila ampullacea*) from River Benue, Nigeria. **IORS Journal Of**

**Environmental Science, Toxicology and Food Technology**, 2(6): 43-46.

Oke, V., Abou, Y., Adite, A., Kabre, J. A. T. 2016. Growth Performance, Feed Utilization and Body Composition of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) Fed Marine Fish Viscera-based-diet in Earthen Ponds. *Fisheries and Aquaculture Journal*, 7(4): 1-7.

Okeyo, D.O. 2003. On the biodiversity and the distribution of freshwater fish of Namibia: an annotated update. p.156-194. In M.L.D. Palomares, B. Samb, T. Diouf, J.M. Vakily and D. Pauly (eds.) *Fish biodiversity: local studies as basis for global inferences*. **ACP-EU Fish. Res. Rep.** 14:281.

Olele, N. F. 2011. Comparative Study On The Use Of Natural And Artificial Based Feeds For The Culture Of *Clarias gariepinus* Fingerlings. **Journal of Agricultural and Biological Science**, 6(1): 9-13.

Orire, A.M., Omotoyinbo, S.O. dan Sadiku, S.O.E. 2013. The Growth and Body Composition of *Clarias gariepinus* Fingerlings Fed Combined Different Sources of Lipid. **Journal of Aquaculture Research and Development**, 4(4).

Osibona, A. O., Kusemiju, K., dan Akande, G. R. 2009. Fatty Acid Composition And Amino Acid Profile Of Two Freshwater Species, African Catfish (*Clarias gariepinus*) and Tilapia (*Tilapia zillii*). **African Journal Of Food Agriculture Nutrition and Development**, 9 (1).

Ovie SO, Eze SS. Utilization of Dry Yeast in the Replacement of Fish Meal in *Clarias gariepinus* Diet. **Journal Biology and Environment Science for the Tropics (BEST)**, 10(2):15-20.

Pandey, G. 2013. Feed Formulation and Feeding technology for Fishes. **International Research Journal of Pharmacy**, 4(3): 23-30.

Pantazis, P. A. dan Neofitou, C. N. 2003. Feeding Frequency and Feed Intake In The African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). **The Israeli Journal of Aquaculture**, 55 (3): 160-168.

Pearson, D. A. 1976. **The Chemical Analysis of Foods**, 7<sup>th</sup> ed. Belanda: Churchill Livingstone.

Poindexter, B. dan Karpen, H. 2014. **Concepts in Neonatal Nutrition, An Issue of Clinics in Perinatology**. USA: Elsevier Health Sciences.

Ponzoni, R.W. and Nguyen, N.H. 2008. Proceedings of a Workshop on the Development of a Genetic Improvement Program for African catfish *Clarias gariepinus*. **WorldFish Center Conference Proceedings** Number 1889. The WorldFish Center, Penang, Malaysia. 130.

Pouomogne, V. 2008. **Capture-based aquaculture of Clarias catfish: case study of the Santchou fishers in western Cameroon**. In A. Lovatelli and P.F. Holthus (eds). Capture-based aquaculture. Global overview. FAO Fisheries Technical Paper. No. 508. Rome, FAO. pp. 93–108.

Ribeiro, L., Sarasquete, C. and Dinis, M.T. 1999. Histological and histochemical development of the digestive system of *Solea senegalensis* (Kaup, 1858) larvae. **Aquaculture**, 171: 293-308.

Rimalia, A. 2002. Pengaruh Limbah Ikan Terhadap Pertumbuhan, Kualitas Darah dan Kandungan Protein Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus* HB). **Tesis**. Yogyakarta: Program Studi S2 Biologi, Universitas Gadjah Mada.



Rittner, D., McCabe, T. L. 2004. **Encyclopedia Of Biology**. USA: Facts On Files Inc.

Robinson, E. H., Li, M. H. dan Manning, B. B. 2001. **A Practical Guide to Nutrition, Feeds and Feeding of Catfish**. Mississippi State University. USA.

Robinson, E. H., Li, M. H. 2015. **Feed Conversion Ratio for Pond-Raised Catfish**. Mississippi State University.

Royes, J.B. dan Chapman, F.A. 2003. **Preparing Your Own Fish Feed**. USA: University of Florida.

Rust, M. B. 1995. Quantitative Aspects of Nutrient Assimilation in Six Species of Fish Larvae. **Dissertation**. University of Washington, Seattle.

Schmidl, M. K. dan Labuza, T. P. 2000. **Essentials Of Functional Foods**. USA: Aspen Publisher.

Seeger, L., 2008. **The catfishes of Africa: A handbook for identification and maintenance**. Germany: Aqualog Verlag.

Siswati, N.D., Zain, A., dan Mohammad. 2010. Animal Feed Making from Tuna Fish Waste with Fermentation Process. **Jurnal Teknik Kimia**, Vol .4, No.2. 309-312.

Skelton, P. 2001. **A Complete Guide to the Freshwater Fishes of Southern Africa**. South Africa: Struik Publishers.

Sopha, S., Santoso, L., Putri, B. 2015. Pengaruh substitusi parsial tepung ikan dengan tepung tulang terhadap pertumbuhan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). **Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan**, 3(2): 403-410.

Sotolu, A.O. 2009. Comparative Utilizations of Fish Waste Meal with Imported Fishmeal by African Catfish (*Clarias gariepinus*). **American-Eurasian Journal of Scientific Research** 4 (4): 285-289.

Storelli, C., and Verri, T. (1993). **Aquaculture: Fundamental and Applied Research**. Washington: American Geophysical Union.

Sudirman, S., Herpandi., Lestari, S. D. dan Andayani, W. 2018. Effect of Weight and Body Parts of Siamese Catfish (*Pangasius hypophthalmus*) On The Nutritional Content. **Food Research**.

Supriyadi, H. 2004. **Membuat Ikan Hias Tampil Sehat & Prima**. Jakarta: Agromedia Pustaka.

Susanti, D. 2003. Pengaruh Pemberian Pakan Yang Berbeda Terhadap Kualitas Air, Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) di Keramba Jaring Apung. **Skripsi**. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Susanto A.T. dan Widyaningrum, T. 2013. Pengaruh Komposisi Campuran Tepung Tulang Ikan Patin (*Pangasius PANGASIUS*) Dan Pelet Terhadap Pertumbuhan dan Kadar Protein Ikan Lele (*Clarias SP.*). **Jurnal Bioedukatika** Vol. 1 no. 1 Hal. 1–96.

Suyanto, S. 2007. **Budidaya Ikan Lele**. Penebar Swadaya. Jakarta.

Tarigan, S.J.B. 2008. Pemanfaatan Tepung Keong Mas Sebagai Substitusi Tepung Ikan Dalam Ransum Terhadap Performans Kelinci Jantan Lepas Sapih. **Skripsi**. Medan: Departemen Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.

Tengjaroenkul, B., Smith, B.J., Caceci, T. and Smith, S.A. 2000. Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture**, 182: 317–327.

Teugels, G.G., 1986. A systematic revision of the African species of the genus *Clarias* (Pisces; Clariidae). **Ann. Mus. R. Afr. Centr., Sci. Zool.**, 247:199.

Tucker, C. S. & Robinson, E. H. 1991. **Channel Catfish Farming Handbook**. USA: Van Nostrand Reinhold.

Vargas, R. dan Bessonart, M. 2007. Lipid Body Composition Of Black Catfish, *Rhamdia Quelen* (*Siluriformes, heptapteridae*), Of Two Populations Adapted To Different Environmental Conditions. **B. Inst. Pesca**, 33(1): 105 – 111.

Vazquez, J.A., Nogueira M. Duranm A, Prieto, M.A., Rodriguez-Amado, I., Rial, D., Gonzalez, M.P. and Murado, M.A. 2011. Preparation of marine silage of swordfish, ray and shark visceral waste by lactic acid bacteria. **Journal of Food Engineering** (103): 442-448.

Villanueva, J., Vanacore, R., Goicoechea, O., and Amthauer, R. 1997. Intestinal alkaline phosphatase of the fish *Cyprinus carpio*: Regional distribution and membrane association. **Journal of Experimental Zoology**, 279(4): 347-355).

Vivien, W.J., Richter, C.J., Janssen, J.A., van Oordt, P.G., Huisman, E.A. (1986). **Practical manual for the culture of the African catfish (*Clarias gariepinus*)**. Netherland: Department of Fish Culture and Fisheries of the Agricultural University of Wageningen.

Webster, C. D., Thompson, K. R., dan Muzinic, L.A. 2004. **Proceedings of the 57th American Meat Science Association Reciprocal Meat Conference**: 49-55.

Webster, C. D. dan Lim, C. 2002. **Nutrient Requirements and Feeding of Fish for Aquaculture**. USA: CABI Publishin.

Witte, F. dan de Winter, W. 1995. **Biology of the major fish species of Lake Victoria**. Inggris: Samara Publishing Limited.

Wolfe, R. R. 2017. Branched-chain amino acids and muscle protein synthesis in humans. **Journal International Society Sports Nutrition**, 14(30): 1-7.

Zaenuri, R., Suharto, B. dan Sutan H. , A. T. 2014. Kualitas Pakan Ikan Berbentuk Pelet Dari Limbah Pertanian. **Jurnal Sumberdaya Alam & Lingkungan** : 31-36.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Kandungan Proksimat Bahan Pelet

Nutrisi	Bahan			
	Limbah ikan	T. Keong sawah	Dedak	T. Tapioka
Protein (%)	35,68	40,43	11,32	0,4
Lemak (%)	7,63	4,18	12,15	0,54
Air (%)	10,3	8,88	12,60	7,68
Abu (%)	11,7	5,54	6,1	0,1
Serat (%)	6,73	6,09	13,16	1,1
Karbohidrat (%)	19,15	20,19	45,46	73,24

## Lampiran 2. Hasil Perhitungan Kandungan Nutrisi Pakan

### Lampiran 2.1 Protein

Perlakuan	Bahan	Kandungan Protein dalam Bahan (%)	Komposisi Dalam Pakan (%)	Jumlah Protein (%)
Pelet K.4	Limbah ikan	35,68	90	32.112
	T. keong	40,43	4	1.617
	Dedak	11,32	5	0,566
	T. tapioka	0,4	1	0,004
	Total Protein dalam pakan			<b>34.299</b>
Pelet K.3	Limbah ikan	35,68	60	21.408
	T. keong	40,43	16	6.468
	Dedak	11,32	20	2.264
	T. tapioka	0,4	4	0,016
	Total Protein dalam pakan			<b>30.156</b>
Pelet K.2	Limbah ikan	35,68	30	10.701
	T. keong	40,43	28	11.320
	Dedak	11,32	35	3.962
	T. tapioka	0,4	7	0,021
	Total Protein dalam pakan			<b>26.004</b>
Pelet K.1	Limbah ikan	35,68	0	0
	T. keong	40,43	40	16.172
	Dedak	11,32	50	5.660
	T. tapioka	0,4	10	0,040
	Total Protein dalam pakan			<b>21.872</b>

## Lampiran 2.2 Lemak

Perlakuan	Bahan	Kandungan Lemak dalam Bahan (%)	Komposisi dalam pakan (%)	Jumlah Lemak (%)
Pelet K.4	Limbah ikan	7,63	90	6.867
	T. keong	4,18	4	0,167
	Dedak	12,15	5	0,607
	T. tapioka	0,54	1	0,005
	Total Lemak dalam pakan			<b>7,65</b>
Pelet K.3	Limbah ikan	7,63	60	4.578
	T. keong	4,18	16	0,669
	Dedak	12,15	20	2,43
	T. tapioka	0,54	4	0,022
	Total Lemak dalam pakan			<b>7,69</b>
Pelet K.2	Limbah ikan	7,63	30	2.289
	T. keong	4,18	28	1.170
	Dedak	12,15	35	4.252
	T. tapioka	0,54	7	0,038
	Total Lemak dalam pakan			<b>7,749</b>
Pelet K.1	Limbah ikan	7,63	0	0
	T. keong	4,18	40	1.672
	Dedak	12,15	50	6.075
	T. tapioka	0,54	10	0,054
	Total Lemak dalam pakan			<b>7,801</b>



**Lampiran 2.3 Serat Kasar**

Perlakuan	Bahan	Kandungan Serat dalam Bahan (%)	Komposisi dalam pakan (%)	Jumlah Serat (%)
Pelet K.4	Limbah ikan	6,73	90	6,057
	T. keong	6,09	4	0,244
	Dedak	13,16	5	0,658
	T. tapioka	1,1	1	0,011
	Total Serat dalam pakan			<b>6,97</b>
Pelet K.3	Limbah ikan	6,73	60	4.038
	T. keong	6,09	16	0,974
	Dedak	13,16	20	2.632
	T. tapioka	1,1	4	0,044
	Total Serat dalam pakan			<b>7,688</b>
Pelet K.2	Limbah ikan	6,73	30	2.019
	T. keong	6,09	28	1.705
	Dedak	13,16	35	4.606
	T. tapioka	1,1	7	0,077
	Total Serat dalam pakan			<b>8,407</b>
Pelet K.1	Limbah ikan	6,73	0	0
	T. keong	6,09	40	2.436
	Dedak	13,16	50	6.580
	T. tapioka	1,1	10	0,110
	Total Serat dalam pakan			<b>9,126</b>

### Lampiran 2.4 Karbohidrat

Perlakuan	Bahan	Kandungan Karbohidrat dalam Bahan (%)	Komposisi dalam pakan (%)	Jumlah Karbohidrat (%)
Pelet K.4	Limbah ikan	19,15	90	17.235
	T. keong	20,19	4	0,808
	Dedak	45,46	5	2.273
	T. tapioka	73,24	1	0,732
	Total Karbohidrat dalam Pakan			<b>21,05</b>
Pelet K.3	Limbah ikan	19,15	60	11,49
	T. keong	20,19	16	3.230
	Dedak	45,46	20	9.092
	T. tapioka	73,24	4	2.928
	Total Karbohidrat dalam Pakan			<b>26,74</b>
Pelet K.2	Limbah ikan	19,15	30	5.745
	T. keong	20,19	28	5.653
	Dedak	45,46	35	15.911
	T. tapioka	73,24	7	5.127
	Total Karbohidrat dalam pakan			<b>32,35</b>
Pelet K.1	Limbah ikan	19,15	0	0
	T. keong	20,19	40	8.076
	Dedak	45,46	50	22.730
	T. tapioka	73,24	10	7.324
	Total Karbohidrat dalam pakan			<b>38,13</b>

### Lampiran 2.5 Air

Perlakuan	Bahan	Kandungan Air dalam Bahan (%)	Komposisi dalam pakan (%)	Jumlah Air (%)
Pelet K.4	Limbah ikan	10,3	90	9,27
	T. keong	8,88	4	0,35
	Dedak	12,60	5	0,63
	T. tapioka	7,68	1	0,077
	Total Air dalam pakan			<b>10,32</b>
Pelet K.3	Limbah ikan	10,3	60	6,18
	T. keong	8,88	16	1,42
	Dedak	12,60	20	2,52
	T. tapioka	7,68	7	0,54
	Total Air dalam pakan			<b>10,43</b>
Pelet K.2	Limbah ikan	10,3	30	3,09
	T. keong	8,88	28	2,49
	Dedak	12,60	35	4,41
	T. tapioka	7,68	7	0,54
	Total Air dalam pakan			<b>10,53</b>
Pelet K.1	Limbah ikan	10,3	0	0
	T. keong	8,88	40	3,55
	Dedak	12,60	50	6,30
	T. tapioka	7,68	10	1,19
	Total Air dalam pakan			<b>11,04</b>

### Lampiran 2.6 Abu

Perlakuan	Bahan	Kadar Abu dalam Bahan (%)	Komposisi dalam pakan (%)	Jumlah Abu (%)
Pelet K.4	Limbah ikan	11,7	90	10,53
	T. keong	5,54	4	0,222
	Dedak	6,1	5	0,31
	T. tapioka	0,1	1	0,001
	Total Abu			<b>11,06</b>
Pelet K.3	Limbah ikan	11,7	60	7,02
	T. keong	5,54	16	0,886
	Dedak	6,1	20	1,22
	T. tapioka	0,1	4	0,004
	Total Abu			<b>9,134</b>
Pelet K.2	Limbah ikan	11,7	30	3,51
	T. keong	5,54	28	1,55
	Dedak	6,1	35	2,14
	T. tapioka	0,1	7	0,007
	Total Abu			<b>7,207</b>
Pelet K.1	Limbah ikan	11,7	0	0
	T. keong	5,54	40	2,22
	Dedak	6,1	50	3,05
	T. tapioka	0,1	10	0,010
	Total Abu			<b>5,28</b>

**Lampiran 3. Kandungan Proksimat Pada Pelet dan Daging  
Ikan *C. gariepinus***

Nutrisi	Perlakuan									
	K.0		K.1		K.2		K.3		K.4	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Protein (%)	31,53	14,01	23,66	13,84	28,51	13,91	30,35	13,93	34,73	16,06
Lemak (%)	13,47	6,07	9,38	5,52	8,92	4,62	8,56	4,30	8,35	3,46
Air (%)	8,03	75,94	10,66	76,45	10,40	77,17	9,46	78,71	8,52	79,62
Abu (%)	8,89	1,22	5,28	1,13	7,21	1,17	9,13	1,23	11,06	1,46
Serat (%)	7,23	0,44	8,27	0,65	7,96	0,46	7,78	0,41	6,44	0,22
Karbohidrat (%)	31,74	2,29	33,64	2,37	27,77	2,23	25,79	1,77	20,38	1,5

Keterangan: A (Pelet Ikan); B (Daging Ikan)

## Lampiran 4. Pertumbuhan Ikan

### Lampiran 4.1 Data Berat

Perlakuan	Ulangan	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Penambahan berat (g)	Penambahan Berat (%)
Kontrol	1	8,42	30,40	21,98	261,0451
	2	8,46	32,20	23,74	280,6147
	3	8,49	31,05	22,56	265,7244
	4	8,44	30,04	21,6	255,9242
	5	8,47	31,60	23,13	273,0815
	Total		155,29	113,01	
	Rata-rata		31,05	22,602	267,278
K.1	1	8,48	15,63	7,15	84,31603774
	2	8,39	13,64	5,25	62,57449344
	3	8,49	14,72	6,23	73,38044759
	4	8,42	12,09	3,67	43,58669834
	5	8,43	14,94	6,51	77,22419929
	Total		71,02	28,81	
	Rata-rata		14,204	5,762	68,21637528
K.2	1	8,49	17,89	9,4	110,7184923
	2	8,51	16,88	8,37	98,35487662
	3	8,38	17,16	8,78	104,7732697
	4	8,44	16,04	7,6	90,04739336
	5	8,42	18,38	9,96	118,2897862
	Total		86,35	44,11	
	Rata-rata		17,27	8,822	104,4367636

Perlakuan	Ulangan	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Penambahan berat (g)	Penambahan Berat (%)
K.3	1	8,46	19,09	10,63	125,6501182
	2	8,4	19,95	11,55	137,5
	3	8,48	21,15	12,67	149,4103774
	4	8,39	22,17	13,78	164,2431466
	5	8,45	22,84	14,39	170,295858
	Total		105,2	63,02	
	Rata-rata		21,04	12,604	149,4199
K.4	No	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Penambahan berat (g)	Penambahan Berat (%)
	1	8,42	32,71	24,29	288,47981
	2	8,47	32,54	24,07	284,1794569
	3	8,41	31,63	23,22	276,0998811
	4	8,5	30,41	21,91	257,7647059
	5	8,44	31,43	22,99	272,3933649
	Total		158,72	116,48	
	Rata-rata		31,744	23,296	275,7834438

### Lampiran 4.2 Panjang

Perlakuan	Ulangan	Panjang Awal (cm)	Panjang Akhir (cm)	Penambahan Panjang (cm)	Penambahan Panjang (%)
K.0	1	9,1	21,9	12,8	140,66
	2	9,3	20,1	10,8	116,13
	3	9,1	19,9	10,8	118,68
	4	9,1	19,1	10	109,89
	5	9,2	19,3	10,1	109,78
	Total		100,30		
	Rata-rata		20,06	10,9	119,03
K.1	1	9,2	14,7	5,5	37,41
	2	9,1	14,1	5	35,46
	3	9,1	14,1	5	35,46
	4	9,2	14,3	5,1	34,75
	5	9,1	14,6	5,5	37,67
	Total		71,6		
	Rata-rata		14,36	5,22	36,15
K.2	1	9,1	15,8	6,7	73,62637363
	2	9,2	15,2	6	65,22
	3	9	15,6	6,6	73,33
	4	9,1	15,6	6,5	71,43
	5	9,1	16,3	7,2	79,12
	Total		78,5		
	Rata-rata		15,7	6,6	72,54530976



Perlakuan	Ulangan	Panjang Awal (cm)	Panjang Akhir (cm)	Penambahan Panjang (cm)	Penambahan Panjang (%)
K.3	1	9	16,6	7,6	84,44444444
	2	9,2	16,8	7,6	82,60869565
	3	9,1	16,9	7,8	85,71428571
	4	9,1	17,8	8,7	95,6043956
	5	9,2	17,9	8,7	94,56521739
	Total		86		
	Rata-rata		17,2	8,08	88,58740776
K.4	1	9,1	23,3	14,2	156,043956
	2	9	22,7	13,7	152,2222222
	3	9,2	21,9	12,7	138,0434783
	4	9,2	21,8	12,6	136,9565217
	5	9	21,7	12,7	141,1111111
	Total		111,4		
	Rata-rata		22,28	13,18	144,8754579

**Lampiran 5. Hasil Perhitungan Perlakuan Pemberian Pelet  
Terhadap Pertumbuhan Ikan Menggunakan  
One Way ANOVA**

**A. Pertumbuhan Berat**

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1276.586	4	319.146	227.188	.000
Within Groups	28.095	20	1.405		
Total	1304.681	24			

**B. Pertumbuhan Panjang**

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	208.548	4	52.137	112.704	.000
Within Groups	9.252	20	.463		
Total	217.800	24			

**Lampiran 6. Hasil Uji Tukey Perlakuan Pemberian Pelet dari  
Limbah Pengasapan Ikan terhadap  
Pertumbuhan Ikan.**

**A. Pertumbuhan Berat**

Konsentrasi	1	2	3	4
.00	14.20400			
30.00		17.27000		
60.00			21.04000	
1.00				31.05200
90.00				31.74400
Sig.	1.000	1.000	1.000	.885

**B. Pertumbuhan Panjang**

Konsentrasi	1	2	3	4	5
.00	14.360				
30.00		15.700			
60.00			17.200		
1.00				20,060	
90.00					22.280
Sig.	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

## **Lampiran 7. Perhitungan Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan**

Mortalitas diukur dengan rumus:

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan:

SR= Survival rate (tingkat kelangsungan hidup (%)).

N<sub>o</sub> = Jumlah ikan diawal penelitian.

N<sub>t</sub> = Jumlah ikan diakhir penelitian (Effendi, 2002).

$$K.0 = \frac{5}{5} \times 100 \% = 100\%$$

$$K.1 = \frac{5}{5} \times 100 \% = 100\%$$

$$K.2 = \frac{5}{5} \times 100 \% = 100\%$$

$$K.3 = \frac{5}{5} \times 100 \% = 100\%$$

$$K.4 = \frac{5}{5} \times 100 \% = 100\%$$

### Lampiran 8. Perhitungan Rasio Konversi Pakan (FCR)

Pakan yang diberikan adalah sebesar 3% dari berat ikan.

#### 1. Perlakuan 1

$$\begin{aligned} f &= 3\% \times \text{berat rata-rata ikan pada semua perlakuan} \\ &= 3\% \times 8,44 \text{ gram} \\ &= 0,25 \text{ gram (dibulatkan menjadi 0,3 gram)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= f \times d \times fp \times n \\ &= 0,3 \times 30 \times 2 \times 5 \\ &= 90 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\text{Rasio Konversi Pakan (FCR)} = \frac{F}{\text{Total penambahan berat ikan}}$$

Keterangan: F : Jumlah pakan yang diberikan (gram)

$$\text{FCR K.0} = \frac{90}{98,98} = 0,91$$

$$\text{FCR K.1} = \frac{90}{28,81} = 3,12$$

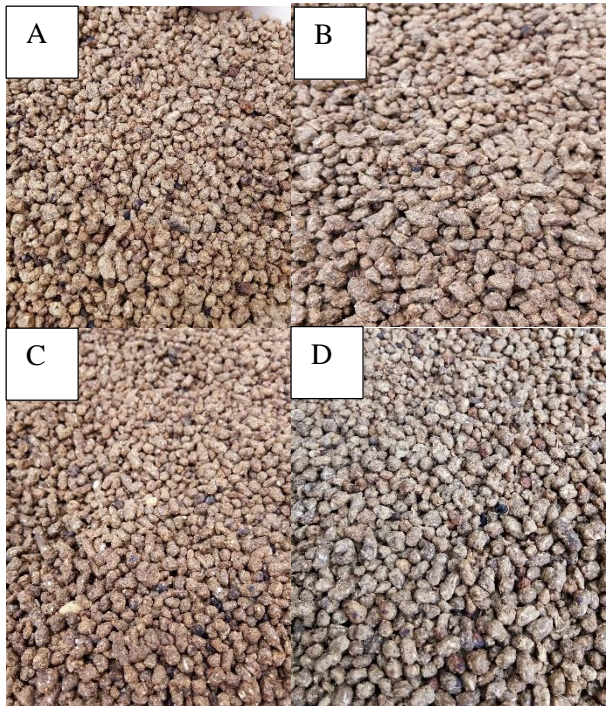
$$\text{FCR K.2} = \frac{90}{44,11} = 2,04$$

$$\text{FCR K.3} = \frac{90}{63,02} = 1,42$$

$$\text{FCR K.4} = \frac{90}{116,48} = 0,77$$

## Lampiran 9. Dokumentasi

### A. Pelet Ikan dari Limbah Pengaspan Ikan



Keterangan :

- A : Pelet K.1 (konsentrasi limbah ikan 0%)
- B : Pelet K.2 (konsentrasi limbah ikan 30%)
- C : Pelet K.3 (Konsentrasi limbah ikan 60%)
- D : Pelet K.4 (Konsentrasi limbah ikan 90%)

## B. Perlakuan

### 1. Pengukuran panjang ikan



### 2. Pengukuran berat ikan



## **Lampiran 10. Biodata Penulis**



Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara yang lahir di Tulungagung pada tanggal 30 Juli 1996. Penulis memulai pendidikan dasar di Sekolah Dasar Negeri Serut 2 pada tahun 2002 hingga 2008. Pendidikan dilanjutkan di SMP N 2 Tulungagung dan SMA N 1 Boyolangu. Setelah lulus dari Sekolah Menengah Atas (SMA) pada tahun 2014 penulis diterima di departemen Biologi ITS melalui jalur SBMPTN. Penulis juga pernah mengikuti organisasi di departemen yaitu Himpunan Mahasiswa Biologi ITS menjabat sebagai staff Departemen Kesejahteraan Mahasiswa periode 2015/2016 dan sebagai Ketua Divisi Olahraga Departemen Minat Bakat Himpunan Mahasiswa Biologi ITS periode 2016/2017. Penulis juga pernah menjabat sebagai Ketua Divisi Syiar FKIQ Biologi periode 2016/2017.